



ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΡΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΣΤΟ ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ



ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΚΑΜΠΙΤΑΚΗΣ

Α.Μ.: 5931

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

ΚΑΡΑΠΙΔΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ, ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2015

Ευχαριστίες

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Δρ. Εμμανουήλ Καραπιδάκη, Αναπληρωτή Καθηγητή του ΤΕΙ Κρήτης, για την ανάθεση της παρούσας εργασίας και τις χρήσιμες συμβουλές του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνηση της εργασίας.

Επίσης, ευχαριστώ ιδιαίτερα την αδερφή μου Αντιγόνη- Μαρία Καμπιτάκη, Αρχιτέκτων Μηχανικό για την πολύτιμη βοήθειά της, στη δημιουργία φωτορεαλιστικών εικόνων για τις ανάγκες της εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ τον καλό φίλο και συμφοιτητή Γιώργο Μαθιουδάκη για τη συμπαράσταση και την ωραία συνεννόηση που είχαμε στη διάρκεια της παρούσας εργασίας αλλά και σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου στο τμήμα Μηχανολογίας.

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια, οι παγκόσμιες απαιτήσεις για ενέργεια ήταν συνεχώς αυξανόμενες. Οι υψηλές εκπομπές CO₂, οι κλιματικές μεταβολές αλλά και η συνεχής μείωση ενεργειακών πόρων σε συμβατικά καύσιμα οδήγησε τις κυβερνήσεις στη λήψη μέτρων για την εξοικονόμηση ενέργειας.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση θεσπίστηκε ενιαίο νομοθετικό πλαίσιο για την αντιμετώπιση του προβλήματος και την κοινή συνεννόηση, προσαρμοσμένο στις ιδιαιτερότητες της κάθε χώρας.

Ο κτιριακός τομέας στην Ευρωπαϊκή Ένωση καταναλώνει περίπου το 40% των συνολικών ενεργειακών απαιτήσεων. Συνεπώς τα περιθώρια για εξοικονόμηση είναι σημαντικά. Στόχος είναι η σημαντική εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και η χρήση ΑΠΕ που θα κατατάξει τις κατασκευές σε κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης.

Σε εθνικό επίπεδο, η πρώτη προσπάθεια έγινε το 2010 με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ.) προκειμένου να γίνει ενεργειακή κατάταξη και αναβάθμιση των υφιστάμενων κτιρίων αλλά και κατασκευή νέων κτιρίων με χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση.

Στην παρούσα εργασία γίνεται η ενεργειακή επιθεώρηση μιας βιοκλιματικής κατοικίας που κατασκευάστηκε σαν ερευνητικό project το 1993 σε χώρο του ΤΕΙ Κρήτης και σήμερα έχει χρήση γραφείων. Επιπλέον, προτείνονται επεμβάσεις, ώστε να μειωθεί η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου.

Στόχος είναι να καταλήξουμε σταδιακά σε κτίριο σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης, το οποίο παράλληλα θα αποτελεί μία βιώσιμη επένδυση.

Abstract

Over the last few years, global energy demands have been kept growing constantly. High CO₂ emissions, climate changes as well as the depletion of conventional energy resources led governments into taking measures to preserve and save energy.

Within the European Union (EU), a unified legislative framework was enacted in order to face this issue as well as to be used as a common ground in the communication among engineers. This framework was further adjusted to suit the needs and the particularities of each individual country.

Currently, building sector in EU consumes about 40% of the total energy demands. Consequently, the margins for energy conservation are substantially high. The goal of the aforementioned framework is to save primary energy sources and also expand the installation of renewable energy sources that will classify the constructions as Zero Energy Buildings (ZEB).

In national level, the first attempt was carried out in 2010 with the Regulation of Buildings' Energy Efficiency (K.EN.A.K.). This regulation introduced the energy classification of buildings, the upgrade techniques of existing buildings and the construction of new buildings with significantly lower energy consumption.

In this thesis, we perform an energy inspection of a bioclimatic house (constructed in 1993 as part of a scientific project at TEI of Crete), which today has been converted and used as an office building. In addition, interventions are suggested in order to reduce the energy consumption of the building.

Our goal is to gradually develop a procedure that will eventually lead into a Zero Energy consumption Building, which at the same time will be a viable and sustainable investment.

Περιεχόμενα

1.	Εισαγωγή	8
1.1	Γενικά.....	8
1.2	Κτιριακός Τομέας στην Ευρώπη	8
1.3	Κτιριακός τομέας στην Ελλάδα	11
1.4	Νομοθεσία για την εξοικονόμηση ενέργειας	13
2.	Ενεργειακή επιθεώρηση με το λογισμικό TEE-KENAK	22
2.1	Γενικά.....	22
2.2	Ενεργειακή Επιθεώρηση	22
2.3	Διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης	23
2.4	Το λογισμικό TEE-KENAK	27
3.	Ενεργειακή επιθεώρηση στο κτίριο της Βιοκλιματικής	29
3.1	Γενική περιγραφή κτιρίου	29
3.2	Χωροθέτηση κτηρίου	29
3.3	Κλιματική ζώνη	29
3.4	Χρήση κτηρίου βιοκλιματικής	30
3.5	Διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου	31
3.6	Διαχωρισμός θερμικών ζωνών	31
3.7	Γεωμετρικά δεδομένα κτιρίου	32
3.8	Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης.....	35
3.9	Γεωμετρικά στοιχεία κτιριακού κελύφους θερμικής ζώνης	40
3.9.1	Αδιαφανείς επιφάνειες	41
3.9.2	Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος	52
3.9.3	Διαφανείς επιφάνειες	53
3.10	Ανάλυση συστημάτων κτιρίου	57
3.10.1	Γενικά.....	57
3.10.2	Σύστημα θέρμανσης.....	57
3.10.3	Σύστημα Ψύξης	62
3.10.4	Σύστημα μηχανισμού αερισμού	67
3.10.5	Σύστημα φωτισμού	69
3.11	Μη θερμαινόμενοι χώροι.....	73
4.	Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου της βιοκλιματικής	74
5.	Μέτρα ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου βιοκλιματικής	77

5.1	Σενάριο 1	77
5.1.1	Μέτρα	77
5.1.2	Αποτελέσματα ενεργειακής αναβάθμισης	79
5.1.3	Τεχνοοικονομική ανάλυση	80
5.2	Σενάριο 2	81
5.2.1	Μέτρα	81
5.2.2	Αποτελέσματα ενεργειακής αναβάθμισης	82
5.2.3	Τεχνοοικονομική ανάλυση	83
5.3	Σενάριο 3	84
5.3.1	Μέτρα	84
5.3.2	Αποτελέσματα ενεργειακής αναβάθμισης	87
5.3.3	Τεχνοοικονομική ανάλυση	88
6.	Σύνοψη αποτελεσμάτων	89
7.	Συμπεράσματα	92
8.	Βιβλιογραφία.....	93
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	94
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	99

1. Εισαγωγή

1.1 Γενικά

Η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας στην Ευρώπη τις τελευταίες δεκαετίες, είχε ως αποτέλεσμα να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα στην ισορροπία του περιβάλλοντος. Τα επιστημονικά στοιχεία για την κλιματική αλλαγή, οι υψηλές τιμές της ενέργειας, η αυξανόμενη εξάρτηση από εισαγόμενη ενέργεια και οι πιθανές γεωπολιτικές επιπτώσεις από την εξάρτηση αυτή, οδήγησαν την Ευρωπαϊκή Ένωση να υιοθετήσει δραστικά μέτρα.

Πιο αναλυτικά μέχρι το 2020 κάθε χώρα της Ε.Ε. θα πρέπει να έχει επιτύχει 20% εξοικονόμηση στην κατανάλωση ενέργειας, να παράγει 20% της ενέργειας που καταναλώνει από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και να επιτύχει μείωση 20% στις εκπομπές αέριων ρύπων προς την ατμόσφαιρα. Οι στόχοι αυτοί μπορεί να φαίνονται εφικτοί, ωστόσο είναι ιδιαίτερα υψηλοί και δύσκολοι εάν δεν ληφθούν κατάλληλα μέτρα.

Η εξοικονόμηση ενέργειας και η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) μπορούν να οδηγήσουν σε μια βιώσιμη λύση στα περιβαλλοντικά προβλήματα με πολλαπλά οφέλη σε κοινωνικό, οικονομικό και περιβαλλοντικό επίπεδο.

Η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας κατά 20% μέχρι το 2020, ισοδυναμεί με 390 ΜΤΙΠ (Εκατομμύρια Τόνους Ισοδύναμου Πετρελαίου) και θα αποφέρει τεράστια ενεργειακά και περιβαλλοντικά οφέλη.

1.2 Κτιριακός Τομέας στην Ευρώπη

Κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα στην ΕΕ

Ο κτιριακός τομέας στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ευθύνεται για το ένα τρίτο περίπου των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και για το 40% περίπου της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει αφενός την σπουδαιότητα του κτιριακού τομέα στο όλο ενεργειακό ισοζύγιο και αφετέρου το τεράστιο δυναμικό (περιθώριο) μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης τους και βελτίωσης των ενεργειακών τους επιδόσεων.

Η ελλιπής προστασία των υπαρχόντων κτιρίων από το εξωτερικό περιβάλλον, ο ανορθόδοξος σχεδιασμός των νέων κτιρίων σαν συνέπεια μιας περιβαλλοντικά αποκομμένης αρχιτεκτονικής αντίληψης που αγνοεί τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες, και η παντελής έλλειψη σύγχρονης νομοθεσίας για την ενεργειακή και περιβαλλοντική προστασία των κτιρίων, έχουν σαν αποτέλεσμα:

- την ασφυκτική διόγκωση του ενεργειακού ισοζυγίου της χώρας,
- τη συμπίεση οικονομικά και κοινωνικά των χαμηλών εισοδηματικών τάξεων,
- την αύξηση της ενεργειακής ένδειας της χώρας,
- και την ακύρωση των διεθνών δεσμεύσεων της χώρας για το περιβάλλον,

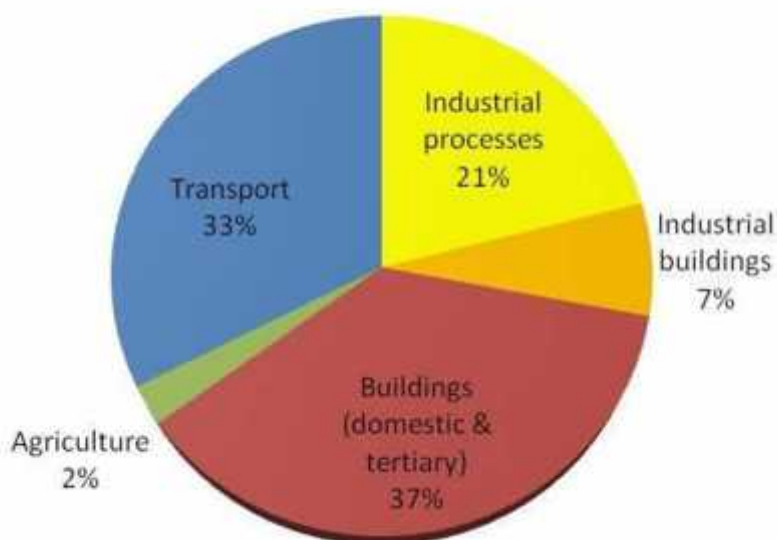
όπως η συμφωνία του Κυότο, η Οδηγία 2002/91/EK (EPBD, 2003) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις Ενεργειακές Επιδόσεις των Κτιρίων ("Energy Performance of Buildings Directive", EPBD), κ.α.

Η αυξανόμενη θερμική υποβάθμιση των μεγάλων αστικών κέντρων, η δραματική αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος σαν αποτέλεσμα τοπικών και παγκόσμιων μεταβολών, η εμμονή στην χρήση εμπειρικών και ξεπερασμένων τεχνικών σχεδιασμού του αστικού χώρου και των κτιρίων, η αποψίλωση του αστικού και περιαστικού πράσινου, δημιουργούν συνθήκες δυσφορίας στον αστικό ιστό, μεγιστοποιούν την χρήση ενεργοβόρων μηχανικών μέσων για την εξασφάλιση της θερμικής άνεσης και δημιουργούν σημαντικό πρόβλημα επιβιωσιμότητας σε σημαντικό κομμάτι του πληθυσμού που αδυνατεί να ανταποκριθεί οικονομικά στην νέα πραγματικότητα.

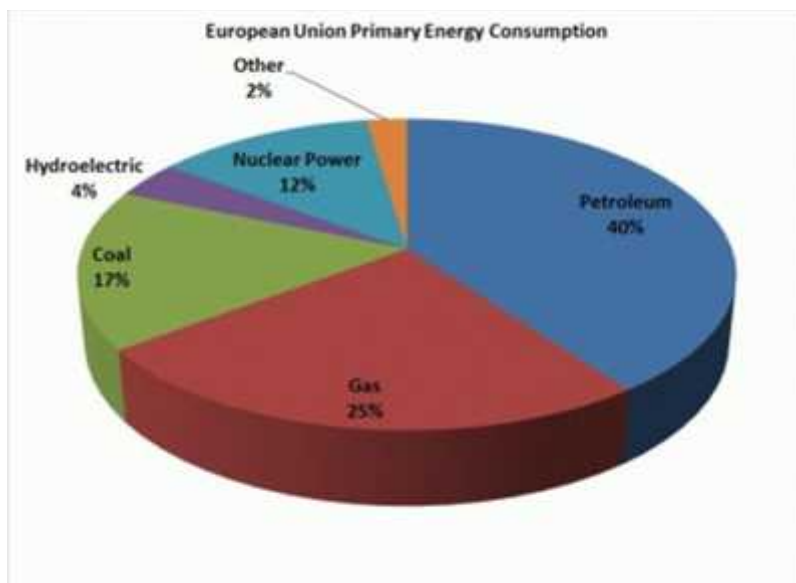
Η ενεργειακή και περιβαλλοντική τεχνολογία για το δομημένο περιβάλλον έχει βελτιωθεί εντυπωσιακά σε παγκόσμιο επίπεδο. Η ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων τείνει να μηδενισθεί και σημαντικά κράτη όπως το Ηνωμένο Βασίλειο και η Γαλλία έχουν ήδη καταστρώσει και εφαρμόζουν σχέδια για να πετύχουν θετικά ενεργειακά ισοζύγια για τον κτιριακό τομέα από τα μέσα της επόμενης δεκαετίας, εφαρμόζοντας νέες αντιλήψεις και αρχές σχεδιασμού.

Σε νομοθετικό επίπεδο, η Ευρωπαϊκή Οδηγία για τα κτίρια (2002/91/EK (EPBD, 2003) για τις Ενεργειακές Επιδόσεις των Κτιρίων), έχει θέσει τις βάσεις και τις προοπτικές για τον κατασκευαστικό τομέα. Στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες παρατηρείται κοσμογονία αλλαγών προς όφελος των πολιτών και της ίδιας της αγοράς. Είναι προφανές ότι τόσο η πολιτεία όσο και οι φορείς της αγοράς δεν μπορούν πια να κλείνουν τα μάτια στην νέα πραγματικότητα.

Share of total EU energy consumption



Διάγραμμα 1: Ενεργειακή κατανάλωση ανά τομέα στην Ευρωπαϊκή Ένωση



Διάγραμμα 2

Αέρια θερμοκηπίου του κτιριακού τομέα στην ΕΕ

Ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η παγκόσμια κοινότητα τα τελευταία χρόνια, είναι η υπερθέρμανση του πλανήτη. Αυτό οφείλεται στην τρύπα του όζοντος που έχει προκληθεί από την αλόγιστη εκπομπή ρύπων. Οι ρύποι παράγονται από την καύση συμβατικών καυσίμων (πετρέλαιο, λιγνίτη κ.α.), οι οποίοι εκλύουν τεράστιες ποσότητες CO₂.

Η εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα οφείλεται κυρίως στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όπως παρουσιάζεται και στο σχήμα 1.9, ο οικιακός τομέας ευθύνεται για το 13% περίπου των συνολικών εκπομπών του CO₂ από ανθρωπογενείς παράγοντες. Ο τομέας αυτός έχει πολλά περιθώρια βελτίωσης όσον αφορά στην εξοικονόμηση ενέργειας καθώς με τα κατάλληλα μέτρα, η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας το 2020 θα φτάσει το 11%. Προκύπτει δηλαδή, ότι για την επίτευξη του απώτερου στόχου της μείωσης της ενέργειας και των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, καθώς και της αύξησης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο 20%, η αναβάθμιση του τριτογενούς τομέα είναι ένα απαραίτητο και πολύ ουσιαστικό μέτρο. Επίσης, οι σχετικές με τον τομέα των κτιρίων δραστηριότητες αποτελούν σημαντικό μέρος της οικονομίας της ΕΕ, περίπου το 9% του ΑΕΠ της ΕΕ και το 7-8% της απασχόλησης στην ΕΕ αντιστοίχως. Συνεπώς, εκτός από τα περιβαλλοντικά οφέλη, η ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων θα αποφέρει και νέες θέσεις εργασίας και αξιόλογα κοινωνικά και οικονομικά οφέλη. Για τους παραπάνω λόγους, η ΕΕ θέσπισε οδηγίες για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα, έτσι ώστε να δώσει την κύρια ώθηση στα κράτη μέλη.

Τέλος, μια σημαντική καινοτομία της ΕΕ για την μείωση των ρύπων είναι το σύστημα εμπορίας εκπομπών του 2005 [Οδηγία 2003/87/ΕΚ]. Οι χώρες που

συμμετέχουν σ' αυτό μπορούν να αγοράζουν ή να πωλούν τα μερίδια εκπομπών που τους αναλογούν εντός των ορίων των συνολικών ευρωπαϊκών εκπομπών. Το σύστημα αυτό, που είναι και το πρώτο αυτού του είδους, επιτρέπει στις χώρες να μειώνουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου με αποτελεσματικό ως προς το κόστος τρόπο.

Το σύστημα εφαρμόζεται σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ καθώς και στη Νορβηγία, την Ισλανδία και το Λιχτενστάιν. Δεδομένου ότι καλύπτει σήμερα 10.500 ενεργειακές και βιομηχανικές μονάδες οι οποίες ευθύνονται για το 40% των συνολικών εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου στην ΕΕ, τα περιθώρια αποτελεσματικής δράσης είναι τεράστια.

Η ΕΕ έχει επεκτείνει το σύστημα για να συμπεριλάβει περισσότερα αέρια του θερμοκηπίου όπως το υποξείδιο του αζώτου (παραγωγή λιπασμάτων) και τους υπερφθοράνθρακες (παραγωγή αλουμινίου) καθώς και όλες τις μεγάλες βιομηχανικές πηγές εκπομπών, όπως τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής.

Παρόλο που το ίδιο το σύστημα περιορίζεται σε ορισμένους μόνο τομείς, η πολιτική της ΕΕ καλύπτει και άλλους σημαντικούς τομείς παραγωγής αερίων του θερμοκηπίου, όπως η γεωργία, οι κατασκευές, τα απόβλητα και οι μεταφορές. Κάθε χώρα που συμμετέχει στο σύστημα θέτει έναν εθνικό στόχο, αναλαμβάνοντας έτσι μερίδιο της ευθύνης.

1.3 Κτιριακός τομέας στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα μέχρι και 30% περισσότερη ενέργεια απαιτείται για την ικανοποίηση των συνθηκών θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα στα κτίρια, τα οποία αντιμετωπίζουν στην πλειονότητα τους πρόβλημα επαρκούς μόνωσης, ιδιαίτερα όσα κατασκευάστηκαν πριν από το 1980. Μεταξύ των πλέον ενεργοβόρων κτιρίων στην Ε.Ε., τα ελληνικά απορροφούν το 1/3 της καταναλισκόμενης ενέργειας και έχουν απώλειες θέρμανσης από πόρτες και παράθυρα, με αποτέλεσμα να χαραμίζουν πολύτιμη ενέργεια και χρήματα και ταυτόχρονα να εκπέμπουν περιττές ποσότητες επικίνδυνων ρύπων που ευθύνονται για το «φαινόμενο του θερμοκηπίου». Στον κτιριακό τομέα οφείλεται το 45% του CO₂ της χώρας και η κατανάλωση του 35% της συνολικής της ενέργειας. Μάλιστα είχαμε αύξηση κατά 25% στην ενέργεια που χρειάζονται τα κτίρια μας για να θερμανθούν, να ψυχθούν και να ηλεκτροδοτηθούν μόνο μέσα στην τελευταία πενταετία. Άξιο προσοχής είναι ότι η Ελλάδα, μαζί με την Ισπανία, σημειώνουν τη μεγαλύτερη αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση μεταξύ των κρατών μελών. Ενώ αντίθετα χώρες βορειότερα στο ημισφαίριο που πλήττονται από δριμύτερους χειμώνες, όπως η Σουηδία και το Βέλγιο, κατάφεραν να μειώσουν κατά 5% την ενεργειακή τους κατανάλωση. Στην Ελλάδα, μια χώρα εύκρατη με πολύ λιγότερες θερμικές απαιτήσεις λόγω του ήπιου χειμώνα, οι ανάγκες για θέρμανση κατοικιών ανέρχονται περίπου στο 70% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Η κατανάλωση ενέργειας

για τις οικιακές συσκευές, το φωτισμό και τον κλιματισμό ανέρχεται στο 18% του συνολικού ενεργειακού ισοζυγίου. Οι κατοικίες με κεντρικό σύστημα θέρμανσης, όπου χρησιμοποιείται ως καύσιμο αποκλειστικά το πετρέλαιο, αντιστοιχούν στο 35,5% του συνόλου. Το υπόλοιπο 64% είναι αυτόνομα θερμαινόμενες κατοικίες που χρησιμοποιούν πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ηλεκτρικό ρεύμα και καυσόξυλα. Σε αντίθεση με το σύνολο της Ε.Ε., στην Ελλάδα η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια παρουσιάζει αυξητική τάση με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 7%. Αν εφαρμοζόταν στη χώρα μας ο ίδιος οικοδομικός κανονισμός με αυτόν της Δανίας που είναι κατά πολύ αυστηρότερος, τα νέα κτίρια θα κατανάλωναν μόνο τη μισή ενέργεια για τις ανάγκες θέρμανσης. Αυτό ουσιαστικά επιδιώκεται με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ (EPBD) για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Οπότε φυσικό επακόλουθο είναι μία ελληνική κατοικία να καταναλώνει 70-80% περισσότερη ενέργεια για θέρμανση, σε σχέση με μία αντίστοιχη στη Δανία, λόγω ελλειπών μέτρων μόνωσης και χρήσης μη αποδοτικών συστημάτων θέρμανσης.

Σύμφωνα με στοιχεία του υπουργείου ανάπτυξης στην Ελλάδα τα κτίρια κατοικιών αντιπροσωπεύουν το 76% του συνόλου. Από αυτά το 70% μέχρι το 2001 δεν είχαν μόνωση και μόνο το 29% έχει χτιστεί μετά το 1981. Οι δυνατότητες εξοικονόμησης είναι αρκετές αν λάβει κανείς υπόψη του ότι σύμφωνα με στοιχεία μέχρι το 2001 από το σύνολο των κτιρίων:

- 2,1% έχουν διπλά τζάμια
- 30,4% έχουν μόνωση δώματος
- 12,7% έχουν μόνωση πυλωτής
- 1,5% έχουν μόνωση δαπέδου
- 4,2% έχουν μόνωση σωληνώσεων στην εγκατάσταση θέρμανσης
- 20% έχουν μόνωση εξωτερικών τοίχων (αφού το 29% χτίστηκε μετά το 1981 όπου από τότε άρχισε να ισχύει ο κανονισμός θερμομόνωσης).

Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι η μέση ετήσια τελική κατανάλωση ενέργειας στις κατοικίες κυμαίνεται μεταξύ 60 kWh/m²/έτος και 200 kWh/m²/έτος και στα κτίρια του τριτογενή τομέα μεταξύ 200 kWh/m²/έτος (κτίρια γραφείων) και 450/m²/έτος (νοσοκομεία). Παρόλη την αύξηση στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση ανά κάτοικο στην Ελλάδα από 25,47 kWh/κάτοικο το 1990 σε 29,89 kWh/κάτοικο το 2002, βρισκόμαστε ακόμα αρκετά χαμηλότερα από το μέσο όρο της Ε.Ε. των 27 χωρών που είναι 42,8 kWh/κάτοικο. Μη ελπιδοφόρο είναι όμως το γεγονός ότι οι εκπομπές CO₂ /κάτοικο παρουσίασαν αύξηση στην Ελλάδα από 6.998 kg/κάτοικο που ήταν το 1990 σε 8.559kg/κάτοικο το 2002 ενώ η μέση εκπομπή βρισκόταν στα 8.566kg/κάτοικο το 1990 και μειώθηκε σε 8.233kg/κάτοικο το 2002 στην Ε.Ε των 27 χωρών. Στη δεύτερη θέση βρίσκεται η χώρα σε εκπομπές CO₂ στον οικιακό κτιριακό τομέα στην περίοδο 1990-2002 με αύξηση 82%. Η άνοδος των ενεργειακών απαιτήσεων τα τελευταία δέκα χρόνια στα ελληνικά κτίρια (οικιακά και βιομηχανικά) αποδίδεται στην αύξηση του αριθμού των νέων κτισμάτων και στη δημιουργία ενός πιο άνετου εσωτερικού περιβάλλοντος διαβίωσης για την ικανοποίηση του

αυξανόμενου βιοτικού επιπέδου.

Τα κτίρια οικιακής χρήσης ευθύνονται για το 23,6% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης και καταναλώνουν το 32,7% της ολικής ηλεκτρικής παραγωγής καθώς και το 21,5% της ολικής θερμικής ενέργειας. Η συνολική ενεργειακή κατανάλωση στις κατοικίες αποτελεί το 73,6% της ολικής κατανάλωσης των κτιρίων (το υπόλοιπο 26,4% καταναλώνεται από τον τριτογενή τομέα). Μέχρι το 2010 αναμένεται άνοδος της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στον οικιακό τομέα κατά 10% σε σχέση με το 2000 ενώ της ηλεκτρικής κατανάλωσης κατά 27%. Από την εκτενή ανάλυση που προηγήθηκε είναι αρκετά ευνόητη η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα. Αρκεί μόνο να αναφέρουμε το μέγεθος του οικονομικού και περιβαλλοντικού κέρδους που θα προκύψει με σωστό σχεδιασμό και αύξηση στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων που μπορεί να ανέλθει έως και 30% στη κατανάλωση.

1.4 Νομοθεσία για την εξοικονόμηση ενέργειας

Πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η παροχή στους κατοίκους της των πιο ενεργειακά αποδοτικών προϊόντων, η κατασκευή κτιρίων με χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση, καθώς και η εγκατάσταση των πιο ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων. Για το λόγο αυτό, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προχώρησε σε μια σειρά από μέτρα τα οποία είναι :

A. Μέτρα για την ενεργειακή επίδοση στον κτιριακό τομέα:

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως ο τριτογενής τομέας οφείλεται για περίπου το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, καθώς και το 40% των εκπομπών του CO₂. Για αυτό τον λόγο συστάθηκαν οι κατάλληλες οδηγίες οι οποίες περιλαμβάνουν μέτρα για την ενεργειακή επίδοση των κτιρίων. Η αρχή έγινε με την Directive 2002/91/EC που αποτελεί την τρέχουσα νομοθεσία. Στην συνέχεια το 2010 συστάθηκε η αναθεώρηση της οδηγίας αυτής λόγω κάποιων ασαφειών και λειτουργικών προβλημάτων που εμφάνιζε η προκάτοχος της.

B. Μέτρα για την ενεργειακή επίδοση των προϊόντων:

Η οικολογική σχεδίαση των προϊόντων και των ηλεκτρικών συσκευών είναι ζωτικής σημασίας όσον αφορά την μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας στην ΕΕ. Για αυτό τον λόγο συστάθηκε η Directive 92/75/EEC η οποία περιλαμβάνει τις κατάλληλες οδηγίες και μέτρα που αφορούν στα προϊόντα αυτά.

C. Συμπαραγωγή:

Η Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) είναι ένα αρκετά αποδοτικό μέτρο για την επίτευξη του στόχου μας. Για αυτό η ΕΕ θέσπισε την Directive 2004/8/EC.

D. Χρηματοδότηση:

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων απαιτούνται μεγάλα κεφάλαια, δεδομένου ότι οι τεχνολογίες που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν έχουν αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος. Η ΕΕ κάλεσε τον τραπεζικό τομέα να συνεισφέρει οικονομικά στην κατεύθυνση αυτή. Επίσης, η Ευρωπαϊκή τράπεζα Ανακατασκευής και ανάπτυξης, η Ευρωπαϊκή Τράπεζα επενδύσεων καθώς και άλλοι οργανισμοί της ΕΕ, θα συνεισφέρουν οικονομικά στην διεκπεραίωση της οδηγίας για την ενεργειακή επίδοση στον κτιριακό τομέα. Επίσης, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή στοχεύει στο να καταργήσει τα εθνικά νομικά εμπόδια και να επιτρέψει την συμμετοχή επενδύσεων από τρίτους (ESCO).

Οι ESCO είναι εταιρίες που μπορούν να καλύψουν το αρχικό κεφάλαιο για την πραγματοποίηση της ανακαίνισης του υφιστάμενου κτιρίου. Το κόστος για τον περιβαλλοντολογικά φιλικό εξοπλισμό είναι πολύ μεγάλο και η μεγαλύτερη πλειοψηφία δεν διαθέτει το αρχικό αυτό κεφάλαιο. Οι ESCO αφού έρθουν σε συνεννόηση με τον ιδιοκτήτη του κτιρίου αναλαμβάνουν την απαραίτητη μελέτη του κτιρίου λαμβάνοντας υπόψη όλους τους διαθέσιμους φυσικούς πόρους που υπάρχουν στην περιοχή και προχωρούν στην ανακαίνιση του κτιρίου καθώς και στην εγκατάσταση συστημάτων που στοχεύουν στην εξοικονόμηση αλλά και στην παραγωγή ενέργειας (μόνωση, εγκατάσταση φωτοβολταϊκών κλπ). Συνεπώς, ο ιδιοκτήτης δεν χρειάζεται να διαθέσει χρήματα. Για τα επόμενα 10-15 χρόνια, οι ESCOs παραλαμβάνουν τα κέρδη από την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτεύχθηκε στο κτίριο. Μόλις εξοφληθεί η ESCO, ο φιλικός προς το περιβάλλον εξοπλισμός παραμένει στον ιδιοκτήτη και μπορεί να λαμβάνει αυτός τα κέρδη από την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτεύχθηκε. Η φοροαπαλλαγή επίσης είναι ένα πολύ σημαντικό μέτρο ώθησης των κατοίκων της ΕΕ. Επίσης συστάθηκε και η GEEREF (Global Energy Efficiency and Renewable energy Fund) που θα βοηθήσει οικονομικά τις ιδιωτικές επενδύσεις προς την ανακαίνιση του κτιριακού τομέα καθώς και την εγκατάσταση τεχνολογιών που χρησιμοποιούν ΑΠΕ. Η GEEREF θα ενισχύει οικονομικά επενδύσεις μεσαίου και υψηλού ρίσκου σε ποσοστό από 25% μέχρι 50% ενώ για επενδύσεις χαμηλού ρίσκου σε ποσοστό 15%.

Νομοθεσία στην ΕΕ

I. Directive 2002/91/EC (16 December 2002)[Ενεργειακή επίδοση Κτιρίων]:

Η οδηγία αυτή αφορά στην ενεργειακή επίδοση του κτιριακού τομέα. Αποτελεί το νομικό εργαλείο της Ευρωπαϊκής Κοινότητας με στόχο την ορθολογική χρήση της ενέργειας στον κτιριακό τομέα. Οι διατάξεις καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση χώρων, παραγωγή ΖΝΧ, ψύξης, αερισμού και φωτισμού για νέα αλλά και για υφιστάμενα κτίρια. Η οδηγία συνδυάζει διάφορα μέσα κανονιστικής και πληροφοριακής φύσης.

Σημαντικό να αναφερθεί είναι ότι η EPBD δεν καθορίζει τα επίπεδα και την νομοθεσία για το κάθε μέλος της, αλλά τα μέλη πρέπει να θεσπίσουν τους αντίστοιχους μηχανισμούς καθώς και τις απαιτήσεις λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές κλιματολογικές, οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες. Το θετικό είναι ότι η EPBD έχει ενσωματωθεί στο πολιτικό θεματολόγιο, στους πολεοδομικούς νόμους στην πλειοψηφία των κρατών μελών της ΕΕ. Επίσης, θετική είναι και η ανταπόκριση που υπάρχει από τους πολίτες της Ευρωπαϊκής Κοινότητας.

Τα κύρια σημεία της EPBD είναι:

- Μια κοινή μεθοδολογία για τον υπολογισμό της ενεργειακής επίδοσης του κτιρίου
- Θέσπιση ελάχιστων ορίων για την ενεργειακή επίδοση των νέων κτιρίων, αλλά και αυτών που πρόκειται να υποστούν σημαντική ανακαίνιση (πάνω από το 25 % της αξίας τους ή/και πάνω από 25 % της συνολικής έκτασης τους).
- Θέσπιση κανονισμών όσον αφορά στα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης των νέων και υφιστάμενων κτιρίων καθώς και τη δημοσιοποίηση αυτών των πιστοποιητικών στα δημόσια κτίρια. Τα πιστοποιητικά αυτά πρέπει να είναι το αργότερο ηλικίας 5 ετών.
- Τακτικές επιθεωρήσεις στους λέβητες και στην κεντρική κλιματιστική μονάδα στα νέα και υφιστάμενα κτίρια, καθώς και αξιολόγηση για τις εγκαταστάσεις θέρμανσης, σε κτίρια που το σύστημα τους είναι περισσότερο από 15 χρόνια.

Το πεδίο δράσης της Οδηγίας Ενεργειακής Επίδοσης Κτιρίων είναι οι κατοικίες, καθώς και ο τριτογενής τομέας (γραφεία, δημόσια κτίρια κλπ). Στην κατηγορία αυτή δεν περιλαμβάνονται τα κτίρια με ιστορική σημασία, κτίρια μικρότερα από 50 m², κτίρια που δεν είναι μόνιμες κατοικίες και έχουν μικρή κατανάλωση ενέργειας και εργοτάξια.

Τα πιστοποιητικά ενεργειακής επίδοσης πρέπει να είναι διαθέσιμα όταν τα κτίρια κατασκευαστούν, πουληθούν ή νοικιαστούν. Επίσης η οδηγία αναφέρει ότι οι χρήστες των κτιρίων πρέπει να είναι ικανοί ώστε να μπορούν να ρυθμίσουν την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ΖΝΧ, σε τέτοιο βαθμό ώστε να είναι οικονομικά συμφέρουσα.

II. Directive 2010/31/EU[Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων-Αναθεώρηση]

Η οδηγία αυτή είναι μια αναθεώρηση της προηγούμενης και ήρθε για να καλύψει κάποια κενά και να αποσαφηνίσει κάποιες έννοιες. Οι ενστάσεις που εμφανίστηκαν εναντίον της προηγούμενης οδηγίας είναι :

- Κατάργηση του ορίου των 1000 m². Σύμφωνα με την προηγούμενη οδηγία τα κτίρια που θα έπρεπε να ανακαινιστούν είναι μόνο αυτά που η επιφάνεια τους είναι μεγαλύτερη από 1000 m². Έτσι όμως η πλειοψηφία των κτιρίων είναι μικρότερη από 1000 m² και αυτά οφείλονται για το μεγαλύτερο κομμάτι της ενεργειακής κατανάλωσης.
- Τα κράτη μέλη πρέπει επίσης να θέσουν κατώτατα όρια στις τεχνικές εγκαταστάσεις όπως λέβητες και κεντρικές κλιματιστικές μονάδες.
- Η νέα οδηγία επίσης αναφέρεται και σε προϊόντα και ηλεκτρικές συσκευές που πρόκειται να προωθηθούν στην αγορά. Στην νέα οδηγία υπάρχει η σύσταση μέτρων για την ενεργειακή απόδοση των συσκευών.

Σε γενικές γραμμές αναφέρει ότι τα κράτη μέλη της ΕΕ θα πρέπει να υιοθετήσουν είτε σε εθνικό είτε σε τοπικό επίπεδο, μια μεθοδολογία για τον υπολογισμό της ενεργειακής επίδοσης των κτιρίων η οποία λαμβάνει υπόψη τα παρακάτω:

- Τα θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου (μόνωση, θερμοχωρητικότητα κ.α.)
- Μόνωση του συστήματος θέρμανσης και του συστήματος ΖΝΧ.
- Τις εγκαταστάσεις κλιματισμού
- Τις εγκαταστάσεις φωτισμού
- Τις εσωτερικές κλιματολογικές συνθήκες
- Τη θετική επίδραση της έκθεσης του κτιρίου σε κατάλληλο προσανατολισμό για την επίδραση ηλιοφάνειας
- Την παραγωγή ηλεκτρισμού από ΣΗΘ

Τα κράτη μέλη πρέπει να ορίσουν τις ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις που πρέπει να εμφανίζει ένα κτίριο καθώς και μεθοδολογία όπου να θέτει την οικονομικά βέλτιστη λύση για την εφαρμογή της οδηγίας. Επίσης, έχουν το δικαίωμα να διαφοροποιούν αυτά τα όρια ανάλογα με το αν τα κτίρια είναι υφιστάμενα ή νέα, καθώς και ανάλογα με την λειτουργία του κτιρίου (γραφεία, εργοστάσια, νοσοκομεία κλπ). Η Οδηγία προτείνει ένθερμα επίσης και την εγκατάσταση έξυπνων μετρητικών διατάξεων σε νέα και υφιστάμενα κτίρια.

Ένα πολύ ουσιαστικό σημείο που αναφέρεται στην EPBD είναι τα κτίρια χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης (Zero Energy Building). Ως τις 31 Δεκεμβρίου του 2020 όλα τα νέα κτίρια θα πρέπει να είναι κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενώ ως τις 31 Δεκεμβρίου του 2018 τα κτίρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι ιδιοκτησίας τους να αποτελούν κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας.

Τα κράτη μέλη πρέπει να εφαρμόσουν εθνικά σχέδια με σκοπό:

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

Επίσης όσον αφορά στα πιστοποιητικά ενεργειακής επίδοσης των κτιρίων, αν τα κτίρια έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη από 500 m² και το κτίριο χρησιμοποιείται από τις δημόσιες αρχές ή κτίρια που επισκέπτονται τακτικά από το κοινό, το πιστοποιητικό πρέπει να είναι σε εμφανές σημείο.

III. Directive 2006/32/EC [Ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες]

Αυτή η οδηγία της ΕΕ ακυρώνει τον προκάτοχο της (Directive 93/76/EEC). Η οδηγία αυτή:

- Θέτει ενδεικτικά μέτρα, κίνητρα καθώς και οικονομικά και νομικά πλαίσια έτσι ώστε να καταργηθούν τα εμπόδια στην αγορά καθώς και οι ατέλειες που εμποδίζουν την αποτελεσματική χρήση ενέργειας.
- Δημιουργεί συνθήκες για την ανάπτυξη και την προώθηση μιας αγοράς προσανατολισμένης προς τις υπηρεσίες ενέργειας, ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν προγράμματα εξοικονόμησης ενέργειας και άλλα μέτρα που συντελούν στην βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.

Σύμφωνα με την οδηγία αυτή τα κράτη μέλη πρέπει να υιοθετήσουν και να επιτύχουν 9% μείωση στην καταναλισκόμενη ενέργεια μέσα στο πλαίσιο του εθνικού σχεδίου για την ενεργειακή επίδοση (NEEAP). Επίσης, είναι υπεύθυνα στην σύσταση ανεξάρτητων δημόσιων οργανισμών, οι οποίοι θα είναι υπεύθυνοι για την παρακολούθηση της προόδου. Ο δημόσιος τομέας επίσης πρέπει να πάρει μέτρα έτσι ώστε να επιτευχθεί η αγορά συσκευών και οχημάτων που καταναλώνουν χαμηλά ποσά ενέργεια καθώς και την σύσταση οργάνων οικονομικής υποστήριξης.

Ένα άλλο σημαντικό σημείο της οδηγίας αυτής αφορά τους λογαριασμούς που πληρώνουν οι κάτοικοι του κράτους μέλους. Οι λογαριασμοί για την αγορά ενέργειας πρέπει να βασίζονται μόνο στην κατανάλωση της εκάστοτε ενέργειας.

Επίσης, πρέπει να εγκαθίστανται σε κάθε καταναλωτή, προσωπικοί μετρητές που να δείχνουν το ποσό της ενέργειας που καταναλώθηκε από το κάθε χρήστη [19].

IV. Directive 2004/8/EC [Προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά ενέργειας]

Η Συμπαραγωγή είναι η τεχνική που μπορεί να παραχθεί μέσω κατάλληλης διαδικασίας ηλεκτρισμού και θερμότητας. Οι εγκαταστάσεις ΣΗΘ μπορούν να επιτύχουν ενεργειακές αποδόσεις ως και 90%.

Στόχος αυτής της οδηγίας είναι να δημιουργηθεί ένα πλαίσιο δράσης που να προωθεί την χρήση συμπαραγωγής. Προσανατολίζεται σε δύο άξονες:

- Βραχυπρόθεσμος: Η οδηγία πρέπει να εδραιώσει τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις ΣΗΘ αλλά και να προωθήσει νέες.
- Μακροπρόθεσμος: Η οδηγία πρέπει να υποβάλλει το κατάλληλο πλαίσιο για την ΣΗΘ υψηλής αποδοτικότητας έτσι ώστε να μειωθούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Τα κράτη μέλη πρέπει να ελέγχουν ανά τέσσερα χρόνια τις αποδόσεις στην εγκαταστάσεις ΣΗΘ. Επίσης, πρέπει να ενθαρρύνουν την δημιουργία νέων μονάδων ΣΗΘ καθώς και να αναλάβουν μέτρα έτσι ώστε να εξαλειφθούν οι οικονομικές αδυναμίες που εμποδίζουν την προώθηση των μονάδων ΣΗΘ.

V. Directive 2010/30/EU [Οδηγία για την ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας και λοιπών πόρων των οικιακών συσκευών με την επισήμανση και την παροχή ομοιόμορφων πληροφοριών σχετικά με τα προϊόντα]

Η οδηγία αυτή αναφέρεται σε προϊόντα που έχουν άμεση ή έμμεση επίδραση στην κατανάλωση της ενέργειας. Τα κράτη μέλη πρέπει να την θέσουν σε εφαρμογή από της 20 Ιουλίου 2011. Η οδηγία αυτή καταργεί την Directive 92/75/EEC. Οι προμηθευτές αυτών των προϊόντων πρέπει να τοποθετήσουν ετικέτες στα προϊόντα που παράγουν για, η οποία να αναγράφει την ενεργειακή κατανάλωση του προϊόντος, καθώς και μια σύντομη περιγραφή του, τα αποτελέσματα από τους υπολογισμούς κατά την διάρκεια της σχεδίασης του προϊόντος, σχετικές αναφορές που να επιτρέπουν την παρουσίαση άλλων προϊόντων. Επίσης πρέπει να περιέχει την ενεργειακή κατάταξη του προϊόντος (A-G με την G να είναι το χειρότερο αποδοτικά). Το πιο ενεργειακά αποδοτικό σύμβολο είναι το A+++.

VI. Directive 2009/125/EC [Οδηγία για την θέσπιση πλαισίου για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα συνδεδεμένα με την ενέργεια προϊόντα.]

Οι παράγοντες που σχετίζονται με το κατά πόσο ένα προϊόν είναι ενεργειακά φιλικό προς το περιβάλλον εξαρτάται από όλες τις φάσεις της σχεδίασης του (εξόρυξη πρώτων υλών, κατασκευή, διανομή και μεταφορά, εγκατάσταση και συντήρηση, χρήση, ανακύκλωση). Για αυτό η ΕΕ υποχρεώνει όλα τα προϊόντα που κυκλοφορούν στην αγορά να φέρουν το σήμα CE (Conformite Europeene στα γαλλικά). Αν το προϊόν δεν ικανοποιεί τα κριτήρια που θέτει το κάθε κράτος μέλος,

πρέπει να απαγορεύσει την είσοδο του στην αγορά.

VII. Decision 2006/1005/EC [Συμφωνία μεταξύ ΗΠΑ και ΕΕ για την προσθήκες ετικετών στον εξοπλισμό γραφείου]

Η οδηγία αυτή αφορά στον εξοπλισμού γραφείου. Η ΕΕ μαζί με τις ΗΠΑ υπέγραψαν συμφωνία σχετικά με το σήμα Energy Star. Σύμφωνα με αυτή την συμφωνία οι συσκευές γραφείου όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές, εκτυπωτές, fax, πολυμηχανήματα πρέπει να φέρουν το σήμα Energy Star που σημαίνει ότι έχουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση.

VIII. Directive 2000/55/EC [Σχετικά με τις απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για τα στραγγαλιστικά πηνία που προορίζονται για τους λαμπτήρες φθορισμού]

Αυτή η οδηγία αφορά στην εγκατάσταση τεχνητού φωτισμού στο κτίριο. Συγκεκριμένα μέσω του προγράμματος SAVE η Ευρωπαϊκή επιτροπή ενθαρρύνει την χρήση ballast στα φωτιστικά με σκοπό την μεγαλύτερη απόδοση και συνεπώς τις μικρότερες εκπομπές CO₂. Όλες οι λάμπες φθορίου περιλαμβάνουν ballast τα οποία πρέπει να φέρουν την σήμανση CE. Μεγαλύτερη ανάλυση θα γίνει στην μελέτη φωτισμού.

Νομοθεσία στην Ελλάδα

Η Ελλάδα ως μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης συμμετέχει στην αναβάθμιση του κτιριακού τομέα με σκοπό την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έκανε σαφές ότι τα κράτη μέλη θα θεσπίσουν τις δικές τους οδηγίες λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές κλιματολογικές, οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες. Έτσι συστάθηκε ο ΚΕΝΑΚ (Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων). Η πρώτη προσπάθεια της Ελλάδας για εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα εμφανίστηκε το 1979 με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (ΚΘΚ).

1. ΚΘΚ:

Ο ελληνικός Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων, που βασίζεται κυρίως στο γερμανικό DIN 4108, περιέχει πολλά απαραίτητα στοιχεία για τον υπολογισμό των θερμικών αναγκών. Η μέθοδος υπολογισμού που επικράτησε στον ελληνικό χώρο είναι αυτή που αναφέρεται στις δύο εκδόσεις του γερμανικού DIN 4701, που έχουν διαφοροποιηθεί μεταξύ τους από την επίδραση της ενεργειακής κρίσης και την εξέλιξη των αυτοματισμών. Σε γενικές γραμμές, ο τρόπος υπολογισμού των φορτίων της μεθόδου DIN 4701/1959 διατηρήθηκε και στην καινούργια έκδοση του 1983.

Είχε κύριο στόχο τη μείωση των απωλειών θερμότητας από το κτιριακό κέλυφος, έτσι ώστε οι απαιτήσεις θέρμανσης του κτιρίου να ελαχιστοποιούνται.

Δε διατύπωνε απαιτήσεις για τα υφιστάμενα κτίρια. Απαιτούσε υπολογισμούς με βάση:

- Το χωρισμό της χώρας σε 3 κλιματικές ζώνες
- Τη χρήση πίνακα θερμικής αγωγιμότητας υλικών
- Τη χρήση πίνακα κατηγοριών θερμοπερατότητας κουφωμάτων.

2. KENAK:

Με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK) που εγκρίθηκε με την Δ6/Β/οικ.5825/30-03-2010 Κοινή Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΦΕΚ Β΄ 407), δημιουργείται το πλαίσιο των αναγκαίων κανονιστικών ρυθμίσεων για την πλήρη εφαρμογή του Ν. 3661/2008 (ΦΕΚ Α΄ 89), όπως τροποποιήθηκε με το άρθρο 10 του Ν. 3851/2010 (ΦΕΚ Α΄ 85), για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Είναι η πρώτη ολοκληρωμένη προσπάθεια από ελληνικής πλευράς όσον αφορά τον καθορισμό όλων των παραμέτρων που επιδρούν στην ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου. Ειδικότερα εστιάζεται στην μείωση της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας για Θέρμανση, Ψύξη, Κλιματισμό, Φωτισμό και Παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης(ZNX). Αναφέρεται σε τεχνικές όπως ο Ενεργειακός Σχεδιασμός του Κελύφους, τα αποδοτικά δομικά υλικά που πρέπει να χρησιμοποιούνται, τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, τις ΑΠΕ και την συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ).

Έτσι με τον ΚENAK:

- 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, του υπό μελέτη νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου.
- Ορίζονται τα περιεχόμενα 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.

Οι βασικές παράμετροι στον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου είναι οι εξής:

- 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).
- 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).
- Θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (θερμοπερατότητα, απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, ανακλαστικότητα, και εκπομπή θερμικής ακτινοβολίας).
- Τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων, κ.α.).
- Τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ΘΨΚ χώρων (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων, κ.α.).
- Τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης μηχανικού αερισμού (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων, κ.α.).
- Τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ΖΝΧ (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων, κ.α.).
- Τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού για τα κτίρια του τριτογενή τομέα.
- Παθητικά ηλιακά συστήματα.

Κατά περίπτωση συνεκτιμάται η θετική επίδραση των ακόλουθων συστημάτων:

- Ενεργητικών ηλιακών συστημάτων, και άλλων συστημάτων παραγωγής θερμότητας, ψύξης και ηλεκτρισμού με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Ενέργεια παραγόμενη με τεχνολογίες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού/θερμότητας (ΣΗΘ).
- Κεντρικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση).
- Φυσικός φωτισμός.

2. Ενεργειακή επιθεώρηση με το λογισμικό TEE-KENAK

2.1 Γενικά

Με την ευρωπαϊκή οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων, τέθηκε η βάση για την αντιμετώπιση των ενεργοβόρων κτιρίων τομέα. Σημαντική παράμετρος για την εφαρμογή της οδηγίας, είναι η εκτίμηση της ενεργειακής ταυτότητας των κτιρίων. Για αυτό τον λόγο, στην Ελλάδα δημιουργείται η ιδιότητα του Ενεργειακού Επιθεωρητή, ο οποίος είναι το αρμόδιο πρόσωπο για την εκτίμηση της καταναλισκόμενης ενέργειας σε ένα κτίριο. Το μέσο για τον υπολογισμό της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου είναι το λογισμικό του TEE.

Το λογισμικό TEE-KENAK χρησιμοποιείται για την διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης, προκειμένου για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξη των κτηρίων, 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 κτηρίου.

2.2 Ενεργειακή Επιθεώρηση

Η ενεργειακή επιθεώρηση των κτιρίων θεσμοθετήθηκε και στη χώρα μας με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (KENAK) και με το Προεδρικό Διάταγμα για τους Ενεργειακούς Επιθεωρητές, αλλά και τη σύσταση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας. Με το συγκεκριμένο κανονιστικό πλαίσιο θεσμοθετείται ένας νέος ενεργειακός κανονισμός, που δίνει σαφείς οδηγίες και κατευθύνσεις για την ορθολογική ενεργειακή μελέτη των κτιρίων και που επιτρέπει τη γρήγορη και μη δαπανηρή επιθεώρηση των κτιρίων.

Με τον όρο «Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίου» νοείται η εκτίμηση των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας, των παραγόντων που τις επηρεάζουν καθώς και των δυνατοτήτων για εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου. Με τη διενέργεια ενεργειακής επιθεώρησης σε ένα κτίριο σχηματίζεται σαφής εικόνα της κατάστασης του κτιρίου και προτείνονται μέτρα που αν εφαρμοστούν θα μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας με άμεση συνέπεια το οικονομικό όφελος για τον ιδιοκτήτη του κτιρίου.

Η όλη διαδικασία έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε η ενεργειακή επιθεώρηση να είναι μια ουσιαστική επιθεώρηση αναβάθμισης του κτιριακού αποθέματος της χώρας και να μην είναι μια τυπική και γραφειοκρατική διαδικασία.

Για τη διενέργεια της ενεργειακής επιθεώρησης ενός κτιρίου χρησιμοποιούνται

πλήθος στοιχείων και δεδομένων, που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά του κτιριακού κελύφους, τα κλιματικά δεδομένα, τις Η/Μ εγκαταστάσεις και άλλους παράγοντες.

Ένα επιπλέον σημαντικό στοιχείο που ορίζει ο ΚΕΝΑΚ είναι το κτίριο αναφοράς, το οποίο έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο. Το κτίριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές όπως ορίζονται στις τεχνικές οδηγίες (ΤΟΤΕΕ) 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. Στις τεχνικές οδηγίες (ΤΟΤΕΕ) καθορίζονται με λεπτομέρεια τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτιρίου αναφοράς τόσο ως προς το κτιριακό κέλυφος, όσο και ως προς τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.

2.3 Διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης

Η ενεργειακή επιθεώρηση διεξάγεται από Ενεργειακούς Επιθεωρητές, εγγεγραμμένους στο Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών, σύμφωνα με το ΠΔ 100/2010(ΦΕΚ 177/Α/6.10.2010).

Η έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου είναι υποχρεωτική από 9 Ιανουαρίου 2011 για κάθε πώληση ή μίσθωση κτιρίου ή τμήμα αυτού.

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου (ΚΕΝΑΚ) καθιερώνονται περιοδικές ενεργειακές επιθεωρήσεις λεβήτων εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού (η αρχική επιθεώρηση πρέπει να έχει διεξαχθεί εντός διαστήματος 4 ετών δηλαδή έως 9.7.2014). Ιδιαίτερα, με το Π.Δ.100/2010 «Ενεργειακοί Επιθεωρητές Κτιρίων, Λεβήτων και Εγκαταστάσεων Θέρμανσης και Εγκαταστάσεων Κλιματισμού» (ΦΕΚ 177/Α/6.10.2010) προβλέπεται τόσο η δημιουργία σώματος Ενεργειακών Επιθεωρητών που θα διενεργεί ενεργειακές επιθεωρήσεις, ενώ με το Προεδρικό Διάταγμα 72/2010 «Συγκρότηση, διοικητική-οργανωτική δομή και στελέχωση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ)» (ΦΕΚ 132/Α/2010) θεσπίζεται διαδικασία ελέγχου και επιβολής κυρώσεων. Η υπολογιστική μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη διενέργεια της ενεργειακής επιθεώρησης είναι η μέθοδος ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και την ενεργειακή ταξινόμηση των κτιρίων. Αυτή είναι η μέθοδος που προτείνεται από τον Κ.Εν.Α.Κ.

Όπως προαναφέραμε στην Ελλάδα, όπου ο κτιριακός τομέας καταναλώνει το 1/3 περίπου της παραγόμενης ενέργειας και το κτιριακό απόθεμα είναι από τα πιο ενεργειακά σπάταλα στην Ευρώπη, υπάρχουν σημαντικά περιθώρια εξοικονόμησης στη θέρμανση, στον κλιματισμό και στο φωτισμό.

Ο τρόπος για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι η θεσμοθέτηση της

διαδικασίας των ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων και της έκδοσης Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) και η καταχώριση τους σε ειδικό Αρχείο που θα τηρείται υπό τη μορφή ηλεκτρονικής βάσης δεδομένων. Με τη συλλογή, επεξεργασία και μελέτη των αποτελεσμάτων από τον έλεγχο των Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης, αλλά και των επιθεωρήσεων των λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού θα είναι δυνατή όχι μόνο η αναβάθμιση του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος, αλλά και η εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων που θα οδηγήσουν στη λήψη περαιτέρω μέτρων στοχεύοντας σε ουσιαστικές βελτιώσεις του κτιριακού τομέα.

Για την πραγματοποίηση της ενεργειακής επιθεώρησης και την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:

1. Καθορισμός θερμικών ζωνών.
2. Υπολογισμός γενικών στοιχείων κτιρίου (χρήση, κλιματικά δεδομένα, γεωμετρικά στοιχεία). Εισαγωγή δεδομένων στο λογισμικό TEE- KENAK.
3. Υπολογισμός γενικών στοιχείων κάθε θερμικής ζώνης και των παραμέτρων των επιφανειών τους (αδιαφανείς επιφάνειες, διαφανείς επιφάνειες, επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος).
4. Υπολογισμός στοιχείων των συστημάτων (ψύξης, θέρμανσης, φωτισμού) κάθε θερμικής ζώνης.
5. Υπολογισμός στοιχείων για τις επιφάνειες των μη θερμαινόμενων χώρων.
6. Εισαγωγή δεδομένων στο λογισμικό TEE-KENAK.
7. Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου
8. Σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης κτιρίου

Με τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης και την έκδοση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης των κτιρίων, η αγορά ακινήτων εφοδιάζεται με ένα πολύτιμο εργαλείο άμεσα σχετιζόμενο με την αξία του ακινήτου. Ένα εργαλείο πολύτιμο τόσο για την κτηματαγορά, όσο και για τον εκάστοτε αγοραστή ή μισθωτή, καθώς θα αποτελεί ένα πραγματικό στοιχείο προστιθέμενης ή μη αξίας επί του ακινήτου.

Ο στόχος εξάλλου, όπως άλλωστε εκφράζεται από τη νέα Ευρωπαϊκή Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων, είναι ότι έως τις 31.12.2018 όλα τα δημόσια κτίρια και ως τις 31.12.2020 όλα τα ιδιωτικά κτίρια να αποτελούν κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας.

Τα Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης και τα αντίστοιχα έντυπα ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίων, οι εκθέσεις επιθεώρησης λεβήτων/εγκαταστάσεων θέρμανσης και οι εκθέσεις επιθεώρησης εγκαταστάσεων κλιματισμού κτιρίων θα καταχωρούνται ηλεκτρονικά στο Αρχείο Επιθεώρησης Κτιρίων υπό τη μορφή ηλεκτρονικής βάσης δεδομένων. Η μορφή ενός ΠΕΑ Απεικονίζεται στις εικόνες 1 και 2.

ΧΡΗΣΗ: <input type="checkbox"/> Κτίριο <input checked="" type="checkbox"/> Τμήμα κτιρίου <input type="checkbox"/> Αριθμός ιδιοκτησίας: Κλιματική Ζώνη: Α Διεύθυνση: Τ.Κ.: Πόλη: Έτος κατασκευής: Συνολική επιφάνεια [m ²]: Θερμαινόμενη επιφάνεια [m ²]: Όνομα ιδιοκτήτη:		Θέση φωτογραφίας κτιρίου
ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ		
		ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ		
$EP \leq 0,33 \cdot R_n$ A+		
$0,33 \cdot R_n < EP \leq 0,5 \cdot R_n$ A		
$0,5 \cdot R_n < EP \leq 0,75 \cdot R_n$ B+		
$0,75 \cdot R_n < EP \leq 1,0 \cdot R_n$ B		
$1,0 \cdot R_n < EP \leq 1,41 \cdot R_n$ Γ		
$1,41 \cdot R_n < EP \leq 1,82 \cdot R_n$ Δ		
$1,82 \cdot R_n < EP \leq 2,27 \cdot R_n$ E		E
$2,27 \cdot R_n < EP \leq 2,73 \cdot R_n$ Ζ		
$2,73 \cdot R_n < EP$ Η		
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ		
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m ²]:		
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]:		
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kgCO ₂ /m ²]:		
Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας & Εκπομπές CO₂		Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>
Ηλεκτρική ενέργεια [kWh/m ²]: 0.0	Καύσιμα [kWh/m ²]: 0.0	Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]: 0.0		Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg/m ²]: 0.0		Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/>

Εικόνα 1

ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση			Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)
Ηλεκτρική		Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	100.0
Ορυκτά καύσιμα	Πετρέλαιο	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	0.0
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	0.0
	Άλλο:	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	0.0
ΑΠΕ	Ηλιακή	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	31.12
	Βιομάζα	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	0.0
	Γεωθερμία	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	0.0
	Άλλο:	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	0.0
	Σύνολο				31.12

Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m²]Θέρμανση: Ψύξη: Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX) : Φωτισμός : ΑΠΕ & ΣΗΘ : (-)

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

-
-
-

Αριθμός σύστασης	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και τιμή μονάδας*			Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ * [kg/m ²]	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής* [έτη]
		[kWh/m ²]	[%]	[€/kWh]		
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

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

Ημερομηνία έκδοσης ΠΕΑ: Όνοματεπώνυμο Επιθεωρητή: Α.Μ. Επιθεωρητή:

Σφραγίδα:

Υπογραφή:

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Εικόνα 2

2.4 Το λογισμικό ΤΕΕ-KENAK

Το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ) ανέπτυξε ένα ειδικό λογισμικό για την καταχώρηση των απαραίτητων στοιχείων για τις ενεργειακές επιθεωρήσεις και τον αντίστοιχο υπολογισμό για την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων, το οποίο βρίσκεται σε λειτουργία από τον Οκτώβριο του 2010.

Το 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 ΤΕΕ.

Το λογισμικό αυτό εφαρμόζει τους απαραίτητους αλγόριθμους για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων 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.

Στο λογισμικό εισάγονται δεδομένα σχετικά με τα γεωμετρικά και τεχνικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού 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 κτηρίου. Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των υπολογισμών, εκτυπώνονται σε αντίστοιχες αναφορές του λογισμικού.

Συγκεκριμένα το ειδικό λογισμικό ΤΕΕ χρησιμοποιείται:

- Στην εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου.
- Στην Ενεργειακή Επιθεώρηση για την καταχώρηση των απαραίτητων στοιχείων και τον αντίστοιχο υπολογισμό για την ενεργειακή κατάταξη.

Το συγκεκριμένο λογισμικό αναπτύχθηκε με σκοπό να διαμορφωθεί μία κοινή μεθοδολογία και η μέγιστη αντικειμενικότητα, σε ότι αφορά στον υπολογισμό για την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων στις επιθεωρήσεις και στην έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης κτηρίου (ΠΕΑ).

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 κτήρια και οι οποίες πρέπει να προηγηθούν και είναι απαραίτητες για τους υπολογισμούς της Ενεργειακής Απόδοσης

Το λογισμικό ΤΕΕ-KENAK χρησιμοποιείται για την διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης, προκειμένου για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξη των κτηρίων, με σκοπό την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης ΠΕΑ.

Για κάθε θερμική ζώνη, ή συνολικά για το κτίριο αν πρόκειται για μονοζωνικό κτίριο, καθορίζονται αρχικά οι γενικές πληροφορίες χρήσης και λειτουργίας. Η

επιλογή χρήσης για την θερμική ζώνη συνδέεται με συγκεκριμένες εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας (επιθυμητή θερμοκρασία, υγρασία, απαιτούμενο αερισμό, επίπεδα φωτισμού και εσωτερικά κέρδη, ωράριο λειτουργίας, κ.α.).

Το λογισμικό με την επιλογή χρήσης, εισάγει αυτόματα για κάθε θερμική ζώνη συγκεκριμένες εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας, τόσο για το υπό επιθεώρηση κτίριο όσο και για το κτίριο αναφοράς.

Επιπλέον στο TEE-KENAK υπάρχει η παράμετρος για την έκθεση του κτιρίου, όπου λαμβάνεται υπόψη η πυκνότητα δόμησης της περιοχής του κτιρίου. Κάποιες από τις παραμέτρους που εισάγονται στο λογισμικό κατά την ενεργειακή επιθεώρηση είναι καθαρά για στατιστικούς λόγους όπως τα τεχνικά χαρακτηριστικά για τους ανελκυστήρες, την ύδρευση, την άρδευση, την αποχέτευση του κτηρίου, κ.ά.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων που είναι τμήμα της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, χρησιμοποιούνται εξειδικευμένα εμπορικά λογισμικά τα οποία θα πρέπει να αξιολογούνται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ), του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ).

3. Ενεργειακή επιθεώρηση στο κτίριο της Βιοκλιματικής

3.1 Γενική περιγραφή κτιρίου

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μία εκτενής του υπό μελέτη κτηρίου. Πιο συγκεκριμένα δίνονται πληροφορίες σχετικά με τη θέση του, τη χρήση του, τον περιβάλλοντα χώρο του, τα δομικά στοιχεία του και τα συστήματα που περιλαμβάνει το κτήριο.

3.2 Χωροθέτηση κτηρίου

Το κτήριο βιοκλιματικής βρίσκεται στη περιοχή Εσταυρωμένου στο Ηράκλειο. Στην αεροφωτογραφία που ακολουθεί φαίνεται το υπό μελέτη κτήριο.



Εικόνα 3

Το οικόπεδο στο οποίο βρίσκεται το υπό μελέτη κτήριο είναι σχετικά αραιοδομημένο. Στον περιβάλλοντα χώρο υπάρχουν κτηριακές κατασκευές (κτίρια γραφείων- εργαστηρίων, σε αρκετά μεγάλη απόσταση. Η χωροθέτηση του κτηρίου που μελετάται έχει γίνει ώστε να είναι όσο το δυνατόν καλύτερη η εκμετάλλευση του νότιου προσανατολισμού.

3.3 Κλιματική ζώνη

Ο ΚΕΝΑΚ χωρίζει την ελληνική επικράτεια σε τέσσερις κλιματικές ζώνες ανάλογα με τις βαθμομέρες θέρμανσης. Επιπλέον σε κάθε νομό οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη.

Στον επόμενο πίνακα, φαίνεται η ταξινόμηση των νομών σε κλιματικές ζώνες. Συνεπώς το κτίριο της βιοκλιματικής κατατάσσεται στην «Α» κλιματική ζώνη

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

Πίνακας 1

3.4 Χρήση κτηρίου βιοκλιματικής

Πρόκειται για ένα ισόγειο κτήριο. Αρχικά κατασκευάστηκε σαν ένα ερευνητικό project βιοκλιματικής κατοικίας. Σήμερα η χρήση του είναι γραφεία. Το ωράριο λειτουργίας του κτηρίου ως προς τη χρήση του λαμβάνεται όπως ορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (κτίρια με περισσότερα του ενός ανεξάρτητα διαμερίσματα).
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο, ξενώνας, οικότροφείο και κοπύνας.
Συνάθροισης κοινού	Χώρος συνεδρίων, χώρος εκθέσεων, μουσείο, χώρος συναυλιών, θέατρο, κινηματογράφος, αίθουσα δικαστηρίων, κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο, εστιατόριο, ζαχαροπλαστείο, καφενείο, τράπεζα, αίθουσα πολλαπλών χρήσεων.
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας, φροντιστήριο.
Υγείας και κοινωνικής πρόνοιας	Νοσοκομείο, κλινική, αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρεία, ψυχιατρεία, ίδρυμα στάμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο, βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός.
Συμφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή.
Εμπορίου	Κατάστημα, εμπορικό κέντρο, αγοράς και υπεραγοράς, φαρμακείο, κούρειο και κομμωτήριο, ινστιτούτο γυμναστικής.
Γραφείων	Γραφεία, βιβλιοθήκη.

Πίνακας 2

3.5 Διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου

Στη νοτιοδυτική και δυτική πλευρά του κτηρίου έχουν τοποθετηθεί αειθαλή δέντρα τα οποία βοηθούν στην σκίαση του κτηρίου ενώ πέριξ του κτηρίου υπάρχουν διάφορα φυτά που βοηθούν στη βελτίωση του μικροκλίματος.

Έτσι μπορούμε να θεωρήσουμε ότι υπάρχει μερική σκίαση του κτηρίου από φυσικά εμπόδια.

3.6 Διαχωρισμός θερμικών ζωνών

Ο χωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες σημαίνει ότι υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση, διαφορετικό προφίλ λειτουργίας και διαφορετικά ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα.

Για το διαχωρισμό των θερμικών ζωνών ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί κανόνες:

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

Σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ ο διαχωρισμός ανεξάρτητων θερμικών ζωνών και το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790-2009 επιβάλλεται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες:

1. Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων διαφέρει περισσότερο από 4 K σε σχέση με τα υπόλοιπα τμήματα του κτιρίου κατά τη χειμερινή ή τη θερινή περίοδο.
2. Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση. Για παράδειγμα, σε ένα νοσοκομείο υπάρχουν αίθουσες νοσηλείας, γραφείων χειρουργείων ειδικών ιατρικών μηχανημάτων, εργαστήρια κ.ά. Οι χώροι διαφορετικών χρήσεων έχουν συνήθως και διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, νωπό αέρα κ.ά.)
3. Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που παρουσιάζουν πολύ μεγάλες (σε σχέση με το υπόλοιπο κτίριο) συναλλαγές ενέργειας (π.χ. εσωτερικά ή/και ηλιακά κέρδη, θερμικές απώλειες). Για παράδειγμα οι χώροι με νότιο προσανατολισμό σε ένα κτίριο έχουν σημαντικά ηλιακά κέρδη σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους.
4. Υπάρχουν χώροι στους οποίους το σύστημα του μηχανικού αερισμού (παροχής νωπού αέρα ή κλιματισμού) καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας της κάτοψης του χώρου.

Χώροι που καταλαμβάνουν όγκο μικρότερο του 10% του συνολικού όγκου ή/και έχουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση συγκριτικά με τη συνολική, δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως αυτόνομες θερμικές ζώνες.

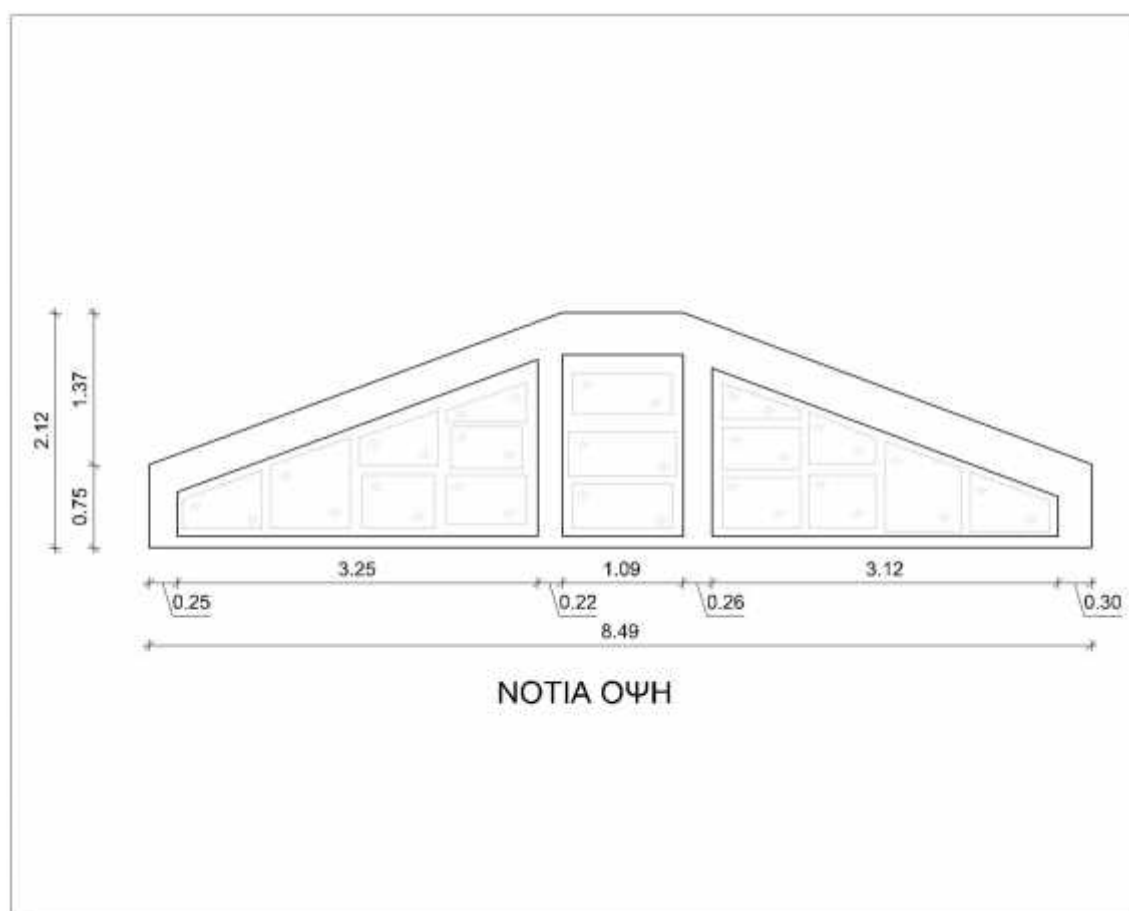
Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι ο διαχωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες εναπόκειται στην ευχέρεια και την κρίση του ενεργειακού επιθεωρητή που βασίζεται στους εθνικούς κανονισμούς και τις σχετικές τεχνικές οδηγίες. Παρολαυτά στα πλαίσια της ενεργειακής επιθεώρησης ο διαχωρισμός των θερμικών ζωνών δεν επηρεάζει ιδιαίτερα τους τελικούς υπολογισμούς και επομένως συστήνεται η επιλογή του μικρότερου δυνατού αριθμού ζωνών. Αν το κτίριο δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα σημαντικές διαφορές στους χώρους του, η βέλτιστη προσέγγιση είναι να αντιμετωπιστεί ως μια ενιαία θερμική ζώνη.

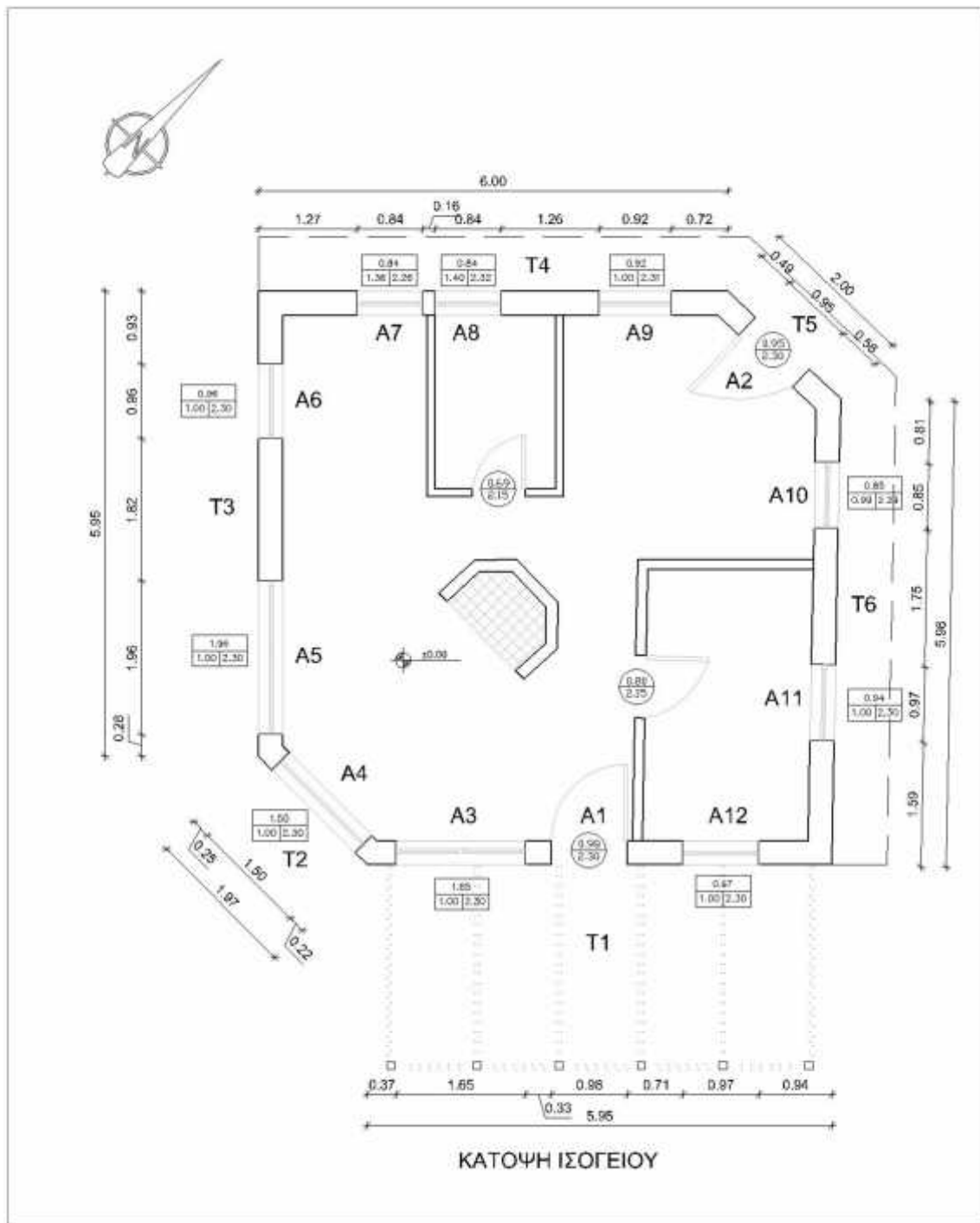
Για το κτίριο της βιοκλιματικής ορίσαμε μία θερμική ζώνη

3.7 Γεωμετρικά δεδομένα κτιρίου

Για τον υπολογισμό του κελύφους χρησιμοποιούμε τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις του των δομικών στοιχείων. Λάβαμε σχέδια από την τεχνική υπηρεσία του ΤΕΙ Κρήτης με τα σχέδια, τα οποία διαπιστώσαμε στην πορεία ότι δεν ισχύουν επακριβώς. Γι' αυτό το λόγο έγινε αποτύπωση του κτηρίου για να καταγραφεί η πραγματική του κατάσταση του κτιρίου.

Από την αποτύπωση που πραγματοποιήθηκε η συνολική επιφάνεια του κτιρίου υπολογίστηκε στα 52,40 m². Παρακάτω παρουσιάζονται τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου.





Επίσης δημιουργήσαμε και ένα τρισδιάστατο σχέδιο (εικόνα 4) για την εκτίμηση του όγκου του κελύφους, το οποίο αποτελείται από τους εξωτερικούς τοίχους, την επικλινή στέγη με κεραμίδι, το δώμα και την πλάκα επί εδάφους. Ο όγκος υπολογίστηκε στα $190,18\text{m}^3$.



Εικόνα 4

Στο ακόλουθο σχήμα απεικονίζονται οι παραπάνω πληροφορίες στη φόρμα εισαγωγής του λογισμικού ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ.

Γενικά | Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Ανελκυστήρες

Περιγραφή: Υπόγειο κτίριο

Χρήση κτιρίου: Γραφείο

Συνολική επιφάνεια (m²): 52.40 Συνολικός όγκος (m³): 190.18

Θερμαινόμενη επιφάνεια (m²): 52.40 Θερμαινόμενος όγκος (m³): 190.18

Ψυχόμενη επιφάνεια (m²): 52.40 Ψυχόμενος όγκος (m³): 190.18

Αριθμός ορόφων: 1 Ύψος τυπικού ορόφου (m): 3 Ύψος ισογείου (m): 3.05

Εκθεση κτιρίου: Εκτεθειμένο

Αριθμός θερμαινόμενων ζωνών: 1

Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 0 Αριθμός ηλιακών χώρων: 0

Θερμομόνωση των κατακόρυφων δομικών στοιχείων

	Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	Αερισμός	ΖΝΧ	Φωτισμός	Συσκευές	Κατανάλωση	Μονάδες	Περίοδος κατανάλωσης
▶	Ηλεκτρική	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	400	kWh	00/00/00 - 01/01/10
*		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			00/00/00 - 01/01/10

Εικόνα 5

3.8 Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης

Στη καρτέλα (εικόνα 6) που ακολουθεί εισάγουμε τα γενικά στοιχεία της θερμικής ζώνης του κτιρίου μας.

Γενικά

Χρήσι:

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

Ανηγγεμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m²*K):

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών: Τύπος Δ

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κορυφώματα (m³/h): Αριθμός κομινόδων: Αριθμός θυρίδων εξαερισμού:

Υβριδικό σύστημα βροασισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής:

Εικόνα 6

Συνολική επιφάνεια (m²)

Εισάγεται το συνολικό εμβαδόν δαπέδου της θερμικής ζώνης, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής. Η συνολική επιφάνεια κάθε ζώνης υπολογίστηκε ως το άθροισμα των επιφανειών των επιμέρους χώρων της.

Ανηγγεμένη θερμοχωρητικότητα (kJ /m²* K)

Η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα της θερμικής ζώνης ισούται με το λόγο της εσωτερικής θερμοχωρητικότητας της ζώνης προς τη μεικτή επιφάνεια της ζώνης. Η εσωτερική θερμοχωρητικότητα προσδιορίζεται από τη θερμοχωρητικότητα των υλικών του δομικού στοιχείου

Στον πίνακα της TOTEΕ 20701-1/2010 που ακολουθεί φαίνονται οι τιμές της ανηγμένης θερμοχωρητικότητας ανάλογα με τον τύπο της κατασκευής.

Κατηγορία	Περιγραφή	Ανηγγμένη θερμοχωρητικότητα [kJ/(m ² .K)]
1	Ελαφριά κατασκευή με ξύλινο σκελετό και στοιχεία πλήρωσης από γυψοσανίδα ή ξύλο και εσωτερική θερμομόνωση σε όλα τα δομικά στοιχεία (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδο).	80
2	Φέρων οργανισμός από ελαφριά μεταλλική κατασκευή, πλήρωση από υαλοπετάσματα ή ελαφριά πετάσματα με θερμομόνωση.	110
3	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα, στοιχεία πλήρωσης από ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθους ή γυψοσανίδα και ύπαρξη ψευδοροφών.	165
4	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους.	260
5	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από βαριά υλικά, όπως πέτρα, συμπαγείς οπτόπλινθους, ωμόπλινθους ή σκυρόδεμα.	370

Πίνακας 3

Σύμφωνα λοιπόν με τον τύπο κατασκευής, για το κτίριο της Βιοκλιματικής η τιμή της ανηγμένης θερμοχωρητικότητας είναι 260 (kJ/(m².K)).

Μέση κατανάλωση ZNX (m³/έτος)

Η ζήτηση ζεστού νερού χρήσης (ZNX) εξαρτάται από τη χρήση του κτιρίου και τον ανθρώπινο παράγοντα. Η ετήσια κατανάλωση ZNX υπολογίζεται είτε με βάση τον αριθμό των υπνοδωματίων είτε με την επιφάνεια του κτιρίου

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ημερήσια κατανάλωση Z.N.X.		Ετήσια κατανάλωση Z.N.X.	
	[ℓ/άτομο/ημέρα]	ανά δομημένη επιφάνεια [ℓ/m ² /ημέρα]	ανά υπνοδωμάτιο [m ³ /υπν./έτος]	ανά δομημένη επιφάνεια [m ³ /m ² /έτος]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία	50	--	27,38	--
	[ℓ/άτομο/ημέρα]	[ℓ/m ² /ημέρα]	ανά κλίνη [m ³ /κλίνη/έτος]	[m ³ /m ² /έτος]
Εσπαστόριο**	8	5,60	--	2,04
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο**	2	1,60	--	0,58
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	3	3,00	--	0,62
Θέατρο, κινηματογράφος	--	--	--	--
Χώρος συναυλιών	--	--	--	--
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	--	--	--	--
Κατάστημα, φαρμακείο,	--	--	--	--
Ινστιτούτο γυμναστικής**	20	15,00	--	4,68
Κουρείο, κομμωτήριο**	3	2,25	--	0,70
Γραφείο	--	--	--	--
Βιβλιοθήκη	--	--	--	--

Πίνακας 4

Για το κτίριο της βιοκλιματικής προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα ότι δεν χρησιμοποιήθηκε κάποια τιμή αφού πρόκειται για κτίριο γραφείων.

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών

Η κατηγορία διατάξεων αυτομάτου ελέγχου αφορά στις μονάδες παραγωγής θέρμανσης/ψύξης, στις μονάδες αερισμού, στο δίκτυο διανομής και στις τερματικές μονάδες της συγκεκριμένης ζώνης, σύμφωνα με τον πίνακα 5.

Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν τέτοιες διατάξεις η κατηγορία είναι «Δ». Για το κτίριο της βιοκλιματικής, η κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών εντάσσεται στην κατηγορία «Δ».

Περιγραφή διατάξεων ελέγχου ανά κατηγορία	Κατηγορία
<p>Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ολοκληρωμένη διάταξη αυτόματου ελέγχου της λειτουργίας των θερματικών μονάδων σε επίπεδο αυτόνομων χώρων ανά ιδιοκτησία (ανά λειτουργικό χώρο) με έλεγχο παροχής χρηστών (συστήματα ανίχνευσης κίνησης κ.ά.). Υπαρξη θερμοστάτη και θερμοστατικών βαλβίδων ανά αυτόνομο χώρο ιδιοκτησίας κ.τ.λ. 2. Αυτόματη υδραυλική ή θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμοκλιματικά φορτία, με εφαρμογή διατάξεων όπως: σύστημα υδραυλικής ή θερμοκρασιακής αντιστάθμισης ή κυκλοφορητές μεταβλητού σημείου λειτουργίας ή μονάδα παραγωγής θέρμανσης/ψύξης με μεταβλητής θερμοκρασίας παροχή μέσω προς το δίκτυο διανομής ανάλογα με το θερμοκλιματικό φορτίο των επιμέρους χώρων. 3. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμοκλιματικό φορτίο και απόδοση). <p>Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εφαρμόζεται αυτόματος έλεγχος της προσαγωγής αέρα μέσα στο χώρο βάσει της παρουσίας χρηστών και της ποιότητας του εσωτερικού αέρα. 2. Υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) και νυκτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα (θερμοκρασία ανάλογα με τη μεταβολή του απαιτούμενου φορτίου ανά χώρο). 4. Εφαρμόζεται έλεγχος της υγρασίας του αέρα προσαγωγής ή/και απόρριψης. 	A
<p>Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ανεξάρτητος αυτόματος έλεγχος της λειτουργίας των θερματικών μονάδων σε επίπεδο αυτόνομων χώρων ανά ιδιοκτησία (ανά λειτουργικό χώρο). Υπαρξη θερμοστάτη και θερμοστατικών βαλβίδων ανά χώρο ιδιοκτησίας κ.τ.λ. 2. Αυτόματη υδραυλική ή θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμοκλιματικά φορτία, με εφαρμογή διατάξεων όπως: σύστημα υδραυλικής ή θερμοκρασιακής αντιστάθμισης ή κυκλοφορητές μεταβλητού σημείου λειτουργίας ή μονάδα παραγωγής θέρμανσης/ψύξης με μεταβλητής θερμοκρασίας παροχή μέσω προς το δίκτυο διανομής ανάλογα με το θερμοκλιματικό φορτίο. 3. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στα φορτία και στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμοκλιματικό φορτίο). <p>Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εφαρμόζεται αυτόματος έλεγχος της προσαγωγής αέρα μέσα στο χώρο βάσει της παρουσίας χρηστών. 2. Υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυκτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα (θερμοκρασία ανάλογα με την επιθυμητή και την εξωτερική θερμοκρασία). 4. Εφαρμόζεται έλεγχος της υγρασίας του αέρα προσαγωγής ή/και απόρριψης. 	B
<p>Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Αυτόματος έλεγχος της λειτουργίας των θερματικών μονάδων σε επίπεδο ιδιοκτησίας/ λειτουργικής αυτονομίας. Υπαρξη ενός θερμοστάτη χώρου και ενός αυτόματου διακόπτη (π.χ. ηλεκτροβάννα αυτονομίας) ανά ιδιοκτησία. 2. Αυτόματη υδραυλική ή θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμοκλιματικά φορτία, με εφαρμογή διατάξεων όπως: σύστημα υδραυλικής ή θερμοκρασιακής αντιστάθμισης ή κυκλοφορητές μεταβλητού σημείου λειτουργίας ή μονάδα παραγωγής θέρμανσης/ψύξης με μεταβλητής θερμοκρασίας παροχή μέσω προς το δίκτυο διανομής ανάλογα με το φορτίο θέρμανσης / ψύξης. 3. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται μόνο στα θερμοκλιματικά φορτία. <p>Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εφαρμόζεται αυτόματος έλεγχος της προσαγωγής αέρα μέσα στον χώρο με χρονοδιακόπτη. 2. Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυκτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής του αέρα (σταθερή θερμοκρασία ίση με την επιθυμητή). Δεν υπάρχει έλεγχος της υγρασίας του αέρα. 	Γ
<p>Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ο έλεγχος της λειτουργίας των θερματικών μονάδων και του δικτύου διανομής είναι χειροκίνητος χωρίς θερμοστάτες χώρου. 2. Ο έλεγχος των κυκλοφορητών του δικτύου διανομής είναι χειροκίνητος ή χρονοπρόγραμμα, χωρίς καμία ανάδραση από τη ζήτηση θερμοκλιματικού φορτίου. 3. Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής μέσω προς το δίκτυο διανομής. 4. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης δεν ελέγχεται η προτεραιότητα. <p>Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής ο έλεγχος της προσαγωγής αέρα είναι χειροκίνητος. 2. Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυκτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Κονίνας θερμοστατικός έλεγχος του αέρα προσαγωγής και της υγρασίας του αέρα. 	Δ

Πίνακας 5

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h)

Ο αερισμός του κτιρίου οφείλεται κυρίως στις χαραμάδες των κουφωμάτων. Όπως εύκολα καταλαβαίνει κάποιος, η διείσδυση αέρα επιβαρύνει επιπλέον τα φορτία λόγω αερισμού του κτιρίου. Στον πίνακα της ΤΟΤΕΕ που ακολουθεί δίνονται οι τιμές διείσδυσης αέρα για τυπικές διατομές κουφωμάτων.

Είδος ανοίγματος (υαλοστάσια, πόρτες κ.ά.)	Διείσδυση του αέρα	
	Πόρτα	Παράθυρο
	[m ³ /h/m ²]	[m ³ /h/m ²]
Κουφώματα με ξύλινο πλαίσιο		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.	11,8	15,1
Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	9,8	12,5
Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με πιστοποίηση	7,9	10,0
Κουφώματα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.	7,4	8,7
Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	5,3	6,8
Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με πιστοποίηση	4,8	6,2
Γυάλινες προσόψεις		
Για τα μερικώς ανοιγόμενα κουφώματα των γυάλινων προσόψεων (π.χ. με προβαλλόμενα τμήματα) λαμβάνεται υπόψη μόνο το μη σταθερό τμήμα, ανάλογα προς τις παραπάνω κατηγορίες αυτού του πίνακα.		

Πίνακας 6

Επιπλέον, η διείσδυση αέρα από την ύπαρξη καμινάδων και θυρίδων εξαερισμού για συσκευές φυσικού αερίου, επηρεάζουν την διείσδυση αέρα στους εσωτερικούς χώρους όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Είδος θυρίδας	Διείσδυση αέρα (m ³ /h)
Καμινάδα τζακιού, καπνοδόχος θερμάστρας ξύλου ή πετρελαίου ή άλλης εστίας καύσης	20
Θυρίδες αερισμού, π.χ. για χρήση συσκευών φυσικού αερίου	10

Πίνακας 7

Για το κτίριο της βιοκλιματικής υπολογίσθηκε η διείσδυση του αέρα λόγω των κουφωμάτων στα 174,44 m³/h (παράρτημα Α). Επίσης πρέπει να δηλώσουμε στο λογισμικό την ύπαρξη καμινάδας όπου υπολογίζει αυτόματα τη διείσδυση αέρα.

Έχοντας λοιπόν τα παραπάνω δεδομένα συμπληρώνουμε την παραπάνω φόρμα. Οι πληροφορίες απεικονίζονται στην εικόνα 7.

Εικόνα 7

3.9 Γεωμετρικά στοιχεία κτιριακού κελύφους θερμικής ζώνης

Σε κάθε θερμική ζώνη εισάγονται στην αντίστοιχη φόρμα όλα τα στοιχεία για τις διαφανείς και αδιαφανείς επιφάνειες του κελύφους (εξωτερικές επιφάνειες) και για τις εσωτερικές επιφάνειες σε περίπτωση επαφής με μη θερμαινόμενους χώρους ή ηλιακούς χώρους. Τα στοιχεία που πρέπει να υπολογιστούν και να εισαχθούν στο πρόγραμμα είναι τα εξής:

Προσανατολισμός, γ (deg)

Ο προσανατολισμός μιας επιφάνειας ορίζεται ως η απόκλιση της καθέτου στην επιφάνεια προς την κατεύθυνση του βορρά. Οι γωνίες αζιμούθιου των επιφανειών ανάλογα με τον προσανατολισμό τους δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

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

Πίνακας 8

Εισάγεται ο προσανατολισμός του δομικού στοιχείου. Σύμφωνα με την σύμβαση, επιφάνεια με προσανατολισμό προς Βορά η τιμή είναι 0°, προς Ανατολή 90°, προς Νότο 180° και προς Δύση 270°.

Κλίση, β (deg)

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

Εμβαδόν (m²)

Εισάγεται το συνολικό καθαρό εμβαδόν της αδιαφανούς επιφάνειας (δεν περιλαμβάνονται τα ανοίγματα), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.

Τα στοιχεία γεωμετρίας του κτιρίου της βιοκλιματικής προέκυψαν από την

κάτοψη και την τομή του κτιρίου που σχεδιάσαμε μετά την αποτύπωση που πραγματοποιήσαμε .

Επιπλέον, απαιτείται να υπολογιστούν παράμετροι που έχουν να κάνουν με τις θερμοφυσικές ιδιότητες των δομικών στοιχείων και τη σκίαση. Αυτές οι παράμετροι θα εξεταστούν ξεχωριστά για κάθε κατηγορία επιφανειών, λόγω των ιδιοτήτων που παρουσιάζουν οι υπολογισμοί σε κάθε περίπτωση.

3.9.1 Αδιαφανείς επιφάνειες

Περιλαμβάνει δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες, δηλαδή του κελύφους της κάθε ζώνης που βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή με μη θερμαινόμενο χώρο.

Συντελεστής θερμοπερατότητας, U (W/m²·K)

Εισάγεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου. Μπορούμε να επιλέξουμε τη σωστή τιμή θερμοπερατότητας είτε από τους πίνακες της TOTEE είτε να γίνει υπολογισμός της θερμομονωτικής επάρκειας κάθε στοιχείου και του κτιρίου γνωρίζοντας τα απαιτούμενα θερμοτεχνικά στοιχεία των υλικών των δομικών στοιχείων με χρήση αποδεικτικών στοιχείων (μελέτη θερμομόνωσης, τιμολόγια, πιστοποιητικά κλπ).

Συνεπώς, στην περίπτωσή μας που δεν είχαμε διαθέσιμα στοιχεία θεωρήσαμε τιμές από τους πίνακες της TOTEE που ακολουθούν.

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.		
	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος
	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]
Στοιχείο φέροντος οργανισμού σπλισμένου σκυροδέματος (πάχους μικρότερου των 80 cm)						
Ανετίχριστο από τη μία ή τις δύο όψεις.	3,65	2,75	4,30	1,00	0,90	1,05
Επιχρισμένο και από τις δύο όψεις.	3,40	2,60	–	1,00	0,90	–
Επενδεδυμένο με απλή ή διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,45	2,00	2,90	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με αργολιθοδομή.	2,90	2,30	3,25	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με μαρμάρινες πλάκες.	3,50	2,05	4,00	1,00	0,90	1,05
Επενδεδυμένο με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	2,05	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85

Πίνακας 9

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.		
	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος
	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]
Οπτοπλινθοδομή, φέρουσα ή πλήρωσης (με ή χωρίς κλειστό διάκενο αέρος)						
Μπατική ή δικέλυφη δρομική οπτοπλινθοδομή						
Ανεπίχριστη από τη μία ή τις δύο όψεις.	2,30	1,90	2,55	0,85	0,80	0,90
Επιχρισμένη και από τις δύο όψεις.	2,20	1,85	–	0,85	0,80	–
Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	1,90	1,60	2,05	0,80	0,75	0,85
Επενδεδυμένη με αργολιθοδομή.	2,10	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85
Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	2,25	1,85	2,45	0,85	0,80	0,85
Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	1,55	1,35	1,65	0,70	0,70	0,75
Δρομική οπτοπλινθοδομή						
Ανεπίχριστη από τη μία ή τις δύο όψεις.	3,25	2,50	3,75	0,95	0,90	1,00
Επιχρισμένη και από τις δύο όψεις.	3,05	2,40	–	0,95	0,85	–
Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,50	2,00	2,75	0,85	0,80	0,90
Επενδεδυμένη με αργολιθοδομή.	2,80	2,25	3,20	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	3,10	2,40	3,55	0,95	0,85	1,00
Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	1,90	1,65	2,05	0,80	0,75	0,85
Αργολιθοδομή						
Ανεπίχριστη από τη μία ή τις δύο όψεις.	4,25	3,10	5,00	1,05	0,95	1,10
Επιχρισμένη και από τις δύο όψεις.	3,85	2,85	–	1,00	0,95	–
Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,85	2,30	3,25	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	4,10	3,00	4,95	1,00	0,95	1,05
Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	2,30	1,95	2,60	0,85	0,80	0,90

Πίνακας 10

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.		
	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμ. χώρο	Σε επαφή με έδαφος
	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]
Επιστεγάσεις (με ή χωρίς ψευδοροφή)						
Συμβατικού τύπου δώμα.	3,05	–	–	0,95	–	–
Αντεστραμμένου τύπου δώμα.	–	–	–	0,95	–	–
Αεριζόμενο δώμα.	–	3,70	–	1,00	–	–
Φυτεμένο δώμα.	1,20	–	–	0,70	–	–
Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.	3,70	–	–	1,00	–	–
Οροφή κάτω από μη θερμαινόμενο χώρο.	–	2,90	–	–	0,90	–
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος.	4,70	–	–	1,05	–	–
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης ξύλινης στέγης.	4,25	–	–	1,00	–	–
Δάπεδα με επικάλυψη παντός τύπου (ξύλο, μάρμαρο, πλακάκι, μωσαϊκό κ.τ.λ.)						
Επάνω από ανοικτό υπόστυλο χώρο (πυλωτή).	2,75	–	–	0,90	–	–
Επί εδάφους.	–	–	3,10	–	–	0,95
Επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο.	–	2,00	–	–	0,80	–

Πίνακας 11

Έτσι από τους παραπάνω πίνακες πήραμε τις παρακάτω τιμές:

Δομικό στοιχείο	U (w/m².K)
Οπλισμένο σκυρόδεμα	1,00
Τοιχοποιία	0,85
Δώμα συμβατικού τύπου	3,05
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος	1,05
Δάπεδο επί εδάφους	3,10

Πίνακας 12

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας κάθε τοίχου πρέπει να υπολογιστεί ξεχωριστά γιατί αποτελείται από ένα τμήμα οπτοπλινθοδομής και ένα τμήμα οπλισμένου σκυροδέματος. Σε περίπτωση που δεν είναι δυνατό να υπολογίσουμε το ποσοστό του οπλισμένου σκυροδέματος κάνουμε εκτίμηση του ποσοστού με βάση τον πίνακα της ΤΟΤΕΕ αφού λάβουμε υπόψη μας, τη χρονολογία ανέγερσης του κτιρίου, τον αριθμό των ορόφων και το αν το κτίριο είναι γωνιακό ή όχι.

Έτος έκδοσης οικοδομικής άδειας	Τύπος κτηρίου	Αριθμός ορόφων	
		έως 5	>5
Προ του 1981	Γωνιακό κτήριο	15%	22%
	Μη γωνιακό κτήριο	25%	30%
1981 έως 1999	Γωνιακό κτήριο	18%	25%
	Μη γωνιακό κτήριο	30%	35%

Πίνακας 13

Απορροφητικότητα

Καθορίζεται ο συντελεστής απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του δομικού στοιχείου. Η ανακλαστικότητα εξαρτάται κυρίως από τη διαμόρφωση της τελικής επιφάνειας, δηλαδή από το χρώμα και την υφή της. Οι ιδιότητες αυτές των τελικών επιφανειών του κτιριακού κελύφους προσδιορίζουν ουσιαστικά τα ηλιακά κέρδη των αδιαφανών στοιχείων και μπορεί να έχουν σημαντικό ρόλο, κυρίως όταν οι επιφάνειες δέχονται μεγάλες ποσότητες ακτινοβολίας, όπως στην περίπτωση των δωματίων.

Οι τιμές της απορροφητικότητας που χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα εισαγωγής, προέκυψαν από τον προσανατολισμό του δομικού στοιχείου (οριζόντιο ή κατακόρυφο) και από τον τύπο της επιφάνειας του παρακάτω πίνακα.

Περιγραφή επιφάνειας	Ανακλαστικότητα	Απορροφητικότητα
Κατακόρυφα δομικά στοιχεία		
Επίχρισμα λευκό, λεία επιφάνεια (σπατουλαριστό)	0,70	0,30
Επίχρισμα ανοιχτόχρωμο (π.χ. ανοιχτό γκρι, μπεζ, κίτρινο, ροζ ή γαλάζιο)	0,60	0,40
Επίχρισμα μέτριας απόχρωσης (π.χ. γκρι, μπεζ, σκούρη ώχρα, σομόν)	0,40	0,60
Επίχρισμα σκουρόχρωμο (π.χ. σκούρο λαδί, καφέ, γκρι)	0,20	0,80
Εμφανής οπτοπλινθοδομή ή λιθοδομή	0,20	0,80
Εμφανής ανοιχτόχρωμη οπτοπλινθοδομή ή λιθοδομή	0,40	0,60
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες (π.χ. φύλλα αλουμινίου)	0,80	0,20
Αδιαφανές τμήμα γυάλινης πρόσοψης (π.χ. πάνελ με επικάλυψη γυαλιού)	0,40	0,60
Οριζόντια δομικά στοιχεία (οροφές)		
Κόκκινο κεραμίδι	0,40	0,60
Πολύ σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωματίων (ασφαλτόπανα)	0,10	0,90
Σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωματίων (π.χ. επικάλυψη με σχιστολιθικές πλάκες, ασφαλτικά κεραμίδια)	0,20	0,80
Ανοιχτόχρωμες επιστρώσεις στεγών ή δωματίων (π.χ. επικάλυψη με πλάκες πεζοδρομίου, ασφαλτόπανα με χαλαζιακή ψηφίδα)	0,35	0,65
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες (π.χ. ανακλαστικές μεμβράνες)	0,80	0,20
Γαρμπίλι	0,70	0,30

Πίνακας 14

Για το κτίριο αναφοράς, η απορροφητικότητα των εξωτερικών επιφανειών λαμβάνεται ως εξής:

- 0,40 για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία
- 0,40 για τα δώματα
- 0,60 για τις στέγες

Συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας

Ένα ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που έχει απορροφηθεί από μία εξωτερική επιφάνεια εκπέμπεται προς το περιβάλλον με τη μορφή θερμικής ενέργειας. Η ικανότητα εκπομπής της θερμικής ακτινοβολίας διαφοροποιείται ανάλογα με το υλικό και τη διαμόρφωση της τελικής του επιφάνειας.

Ο συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας προκύπτει από τιμές του πίνακα της TOTEE που ακολουθεί.

Περιγραφή επιφάνειας	Συντελεστής εκπομπής
Σύνηθες δομικό υλικό	0,80
Γυαλί	0,90
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες	0,20
Γαρμπίλι	0,30

Πίνακας 15

Για το κτίριο αναφοράς, ο συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας λαμβάνεται ίσος με 0,80.

Για το κτήριο της βιοκλιματικής, με βάση τον παραπάνω πίνακα επιλέξαμε συντελεστή εκπομπής ίσο με 0,80.

Συντελεστές σκίασης

Τα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου μπορεί να σκιάζονται εξωτερικά λόγω ύπαρξης εξωτερικών εμποδίων αλλά και στοιχείων του ίδιου του κτηρίου, όπως προστεγάσματα, πλευρικά στοιχεία ή ακόμη και τμήματα της κατασκευής (π.χ. εσοχές). Η κινητή εσωτερική σκίαση δεν λαμβάνεται υπόψη.

Η μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς, είτε πρόκειται για την ενεργειακή μελέτη ενός νέου ή ριζικώς ανακαινιζόμενου κτηρίου είτε για την ενεργειακή επιθεώρηση, με τη χρήση τριών ανεξάρτητων μεταξύ του συντελεστών σκίασης.

Οι συντελεστές σκίασης, καθορίζονται ανάλογα το είδος των σκιάστρων (οριζόντια, πλευρικά εξωτερικά εμπόδια και σκιάστρα) και την γεωμετρία τους. Επειδή ανάλογα με την εποχή οι συντελεστές σκίασης αλλάζουν, καθορίζονται για κάθε εξωτερική επιφάνεια με ορισμένο προσανατολισμό, οι αντίστοιχοι μέσοι συντελεστές σκίασης, ένας για τη χειμερινή περίοδο και ένας για τη θερινή περίοδο, ανάλογα με το είδος σκιάστρου. Στην περίπτωση ταυτόχρονης ύπαρξης προβόλου

και εξωτερικού σκιάστρου η σκίαση λόγω προβόλου αγνοείται. Ο συνολικός σκιασμός δομικού στοιχείου προκύπτει ως το γινόμενο των τριών συντελεστών σκίασης:

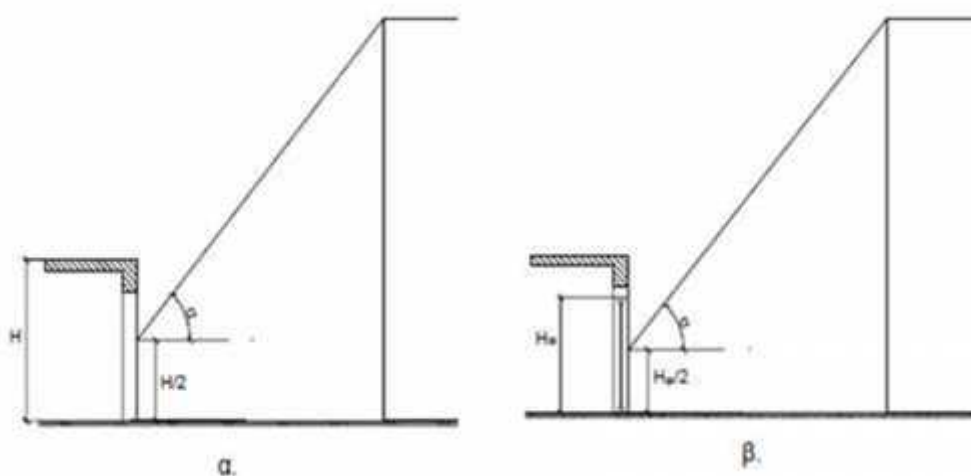
- του συντελεστή σκίασης από εμπόδιο του περιβάλλοντος χώρου (γεινιάζοντα κτήρια κ.τ.λ.).
- του συντελεστή σκίασης από πλευρικό εμπόδιο.
- και του συντελεστή σκίασης από οριζόντιο πρόβολο ή εξωτερικό σκίαστρο κατά περίπτωση.

Τονίζεται ότι όλοι οι συντελεστές είναι μειωτικοί λαμβάνοντας τιμή ίση με την μονάδα (1), όταν δεν υπάρχει καθόλου σκίαση και ίση με μηδέν (0) για πλήρη σκίαση.

Στην περίπτωση καλά θερμομονωμένων κτιρίων η επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας στα κατακόρυφα δομικά στοιχεία είναι περιορισμένη. Για λόγους απλοποίησης, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, με συντελεστή θερμοπερατότητας κατακόρυφων δομικών αδιαφανών στοιχείων μικρότερο από 0,6 [W/(m²K)], ο συντελεστής σκίασης θα θεωρηθεί ίσος με 0,9.

Συντελεστές σκίασης από ορίζοντα

Αυτός ο συντελεστής προσδιορίζει τη σκίαση που προκύπτει στις επιφάνειες του κτηρίου από την ύπαρξη φυσικών εμποδίων (π.χ. λόφων) ή τεχνητών (π.χ. υψηλών κτηρίων). Όταν ο ορίζοντας είναι ελεύθερος ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα ($F_{hor} = 1$), ενώ για πλήρη σκίαση παίρνει την τιμή μηδέν ($F_{hor} = 0$). Για τον προσδιορισμό του συντελεστή σκίασης ορίζοντα μιας επιφάνειας είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας θέασης α του εμποδίου όπως φαίνεται στο παρακάτω σκίτσο.



Σχήμα 1

Στον πίνακα της ΤΟΤΕΕ που ακολουθεί προκύπτει ο συντελεστής σκίασης από ορίζοντα σε σχέση με τον προσανατολισμό της επιφάνειας, τη γωνία θέασης α και την περίοδο (χειμερινή, θερινή).

Γωνία α	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας				
		N	NA και ΝΔ	A και Δ	ΒΑ και ΒΔ	B
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5°	θέρμανσης	0,98	0,97	0,96	0,98	1,00
	ψύξης	1,00	0,98	0,97	0,96	0,96
10°	θέρμανσης	0,96	0,95	0,93	0,95	1,00
	ψύξης	1,00	0,97	0,94	0,92	0,92
15°	θέρμανσης	0,91	0,89	0,86	0,92	1,00
	ψύξης	1,00	0,94	0,90	0,88	0,90
20°	θέρμανσης	0,86	0,84	0,80	0,89	1,00
	ψύξης	1,00	0,92	0,86	0,84	0,87
25°	θέρμανσης	0,73	0,73	0,72	0,87	1,00
	ψύξης	1,00	0,90	0,83	0,82	0,87
30°	θέρμανσης	0,61	0,62	0,65	0,85	1,00
	ψύξης	1,00	0,89	0,81	0,81	0,86
35°	θέρμανσης	0,53	0,54	0,61	0,84	1,00
	ψύξης	0,99	0,85	0,77	0,77	0,86
40°	θέρμανσης	0,44	0,47	0,57	0,83	1,00
	ψύξης	0,98	0,82	0,72	0,73	0,85
45°	θέρμανσης	0,40	0,44	0,55	0,82	1,00
	ψύξης	0,95	0,78	0,68	0,70	0,85
50°	θέρμανσης	0,36	0,40	0,53	0,81	1,00
	ψύξης	0,93	0,74	0,63	0,67	0,85
55°	θέρμανσης	0,34	0,38	0,52	0,81	1,00
	ψύξης	0,89	0,70	0,60	0,65	0,85
60°	θέρμανσης	0,32	0,37	0,51	0,81	1,00
	ψύξης	0,86	0,67	0,57	0,63	0,85
65°	θέρμανσης	0,32	0,36	0,50	0,81	1,00
	ψύξης	0,79	0,63	0,55	0,63	0,85
≥70°	θέρμανσης	0,31	0,36	0,50	0,81	1,00
	ψύξης	0,73	0,58	0,52	0,62	0,85

Πίνακας 16

Στο κτίριο της βιοκλιματικής, σκίαση στον ορίζοντα έχουμε μόνο από τη δυτική πλευρά του κτιρίου λόγω των δέντρων.

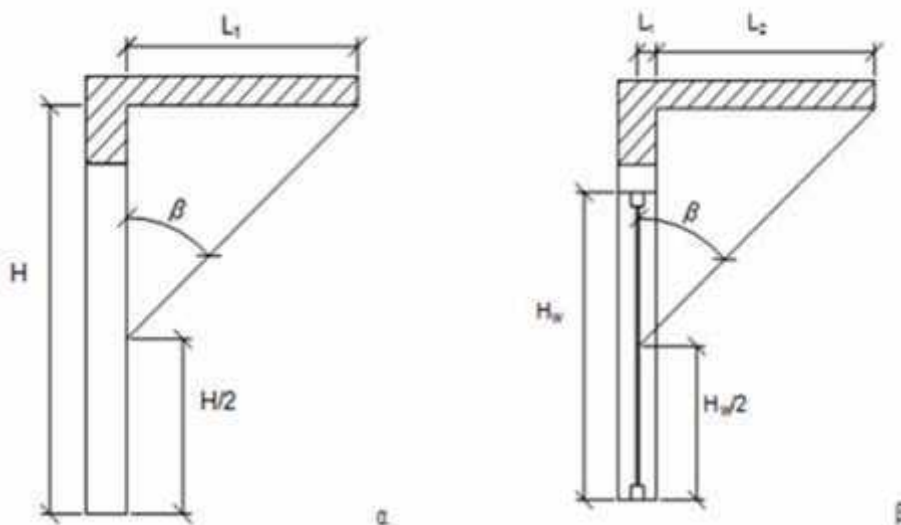
Το ύψος του τοίχου είναι 3,05 m, το ύψος του δέντρου είναι 5,00 m, ενώ η απόσταση του δέντρου από το κτίριο είναι 3,50 m. Με αυτά τα δεδομένα μπορούμε να βρούμε τη γωνία α

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{(5,00 - \frac{3,05}{2})}{3,50} = 44,8^\circ \approx 45^\circ$$

Ο προσανατολισμός του συγκεκριμένου τοίχου είναι ΒΔ. Από τον πίνακα 16 για 45° με ΒΔ προσανατολισμό βλέπουμε ότι ο συντελεστής σκίασης από οριζόντια για θέρμανση και ψύξη είναι 0,82 και 0,70 αντίστοιχα. Για μεγαλύτερη ακρίβεια υπολογισμός κάναμε γραμμική παρεμβολή όπως φαίνεται στον αντίστοιχο πίνακα του παραρτήματος Α.

Συντελεστές σκίασης από πρόβολο

Ο συντελεστής σκίασης οριζόντιων προστεγασμάτων (F_{ov}) προσδιορίζει τη σκίαση των επιφανειών του κτιρίου λόγω ύπαρξης οριζόντιων προεξοχών (εξωστών, προστεγασμάτων, υπέρθυρων ανοιγμάτων). Στην περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα ($F_{ov} = 1$), ενώ όταν η σκίαση είναι πλήρης ο συντελεστής γίνεται ίσος με μηδέν ($F_{ov} = 0$). Για τον υπολογισμό του συντελεστή είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας β του προβόλου όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 2

Μετά τον υπολογισμό της γωνίας β είναι δυνατός ο υπολογισμός του συντελεστή για θερινή και χειμερινή περίοδο σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

Γωνία β	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας				
		N	NA και ΝΔ	A και Δ	ΒΑ και ΒΔ	B
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5°	θέρμανσης	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96
	ψύξης	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97
10°	θέρμανσης	0,94	0,94	0,94	0,93	0,92
	ψύξης	0,89	0,91	0,93	0,93	0,94
15°	θέρμανσης	0,91	0,91	0,91	0,90	0,89
	ψύξης	0,84	0,86	0,89	0,90	0,90
20°	θέρμανσης	0,87	0,88	0,88	0,86	0,85
	ψύξης	0,78	0,82	0,85	0,87	0,87
25°	θέρμανσης	0,84	0,84	0,85	0,83	0,81
	ψύξης	0,73	0,77	0,81	0,83	0,84
30°	θέρμανσης	0,80	0,81	0,82	0,80	0,77
	ψύξης	0,67	0,72	0,77	0,80	0,80
35°	θέρμανσης	0,76	0,77	0,78	0,76	0,74
	ψύξης	0,61	0,67	0,72	0,76	0,77
40°	θέρμανσης	0,72	0,73	0,75	0,73	0,70
	ψύξης	0,56	0,62	0,68	0,72	0,74
45°	θέρμανσης	0,68	0,69	0,70	0,69	0,66
	ψύξης	0,51	0,57	0,63	0,68	0,70
50°	θέρμανσης	0,63	0,64	0,66	0,65	0,62
	ψύξης	0,46	0,52	0,58	0,64	0,67
55°	θέρμανσης	0,57	0,58	0,62	0,61	0,59
	ψύξης	0,42	0,48	0,53	0,59	0,63
60°	θέρμανσης	0,50	0,52	0,57	0,57	0,55
	ψύξης	0,39	0,43	0,48	0,55	0,60
65°	θέρμανσης	0,42	0,45	0,50	0,53	0,51
	ψύξης	0,36	0,39	0,43	0,49	0,56
70°	θέρμανσης	0,34	0,37	0,44	0,48	0,47
	ψύξης	0,33	0,34	0,38	0,44	0,52
80°	θέρμανσης	0,17	0,21	0,29	0,38	0,40
	ψύξης	0,28	0,26	0,27	0,32	0,41
≥90°	θέρμανσης	0,10	0,12	0,17	0,27	0,33
	ψύξης	0,24	0,19	0,18	0,22	0,30

Πίνακας 17

Για το κτίριο της βιοκλιματικής υπάρχουν σκιάσεις από πρόβολο στο Β, ΒΑ και ΒΔ τοίχο. Ο τοίχος T5 έχει ύψος 3,04 m και μήκος προβόλου 0,70 m με Β προσανατολισμό

Έτσι, η γωνία β υπολογίζεται ως εξής:

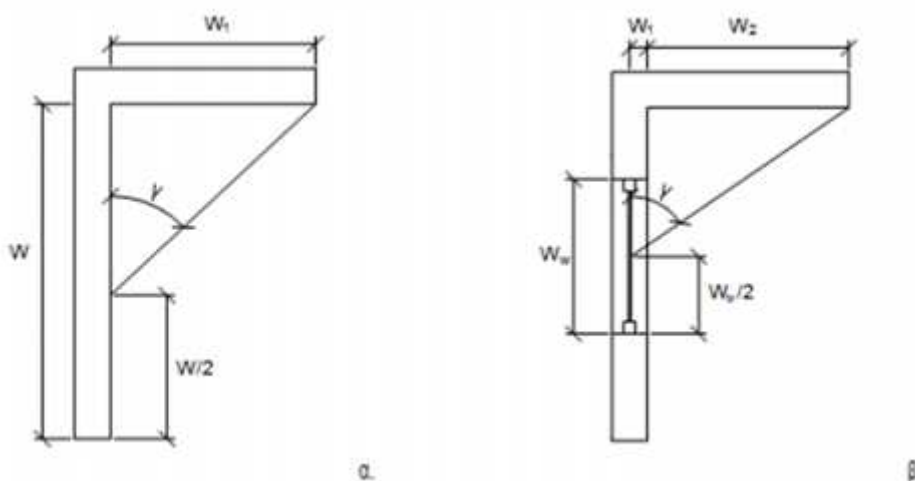
$$\beta = \tan^{-1} \frac{0,70}{\frac{3,04}{2}} = 24,7^\circ \approx 25^\circ$$

Στον πίνακα 17 για 25° με Β προσανατολισμό βλέπουμε ότι ο συντελεστής σκίασης από οριζόντια για θέρμανση και ψύξη είναι 0,81 και 0,84 αντίστοιχα. Αντίστοιχα, έγινε ο υπολογισμός όλων των σκιάσεων από πρόβολο με μεγαλύτερη ακρίβεια με τη χρήση excel όπως φαίνεται στο παράστημα Α

Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές

Ο συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές (F_{fin}) προσδιορίζει τη σκίαση των επιφανειών του κτηρίου λόγω ύπαρξης κατακόρυφων προεξοχών (πλευρικών προεξοχών, τμημάτων του ίδιου του κτηρίου, διπλανών κτηρίων). Στην περίπτωση που δεν υπάρχει πλευρική προεξοχή ο συντελεστής ισούται με μονάδα ($F_{fin} = 1$), ενώ όταν η σκίαση είναι πλήρης ο συντελεστής γίνεται ίσος με μηδέν ($F_{fin} = 0$).

Για την εκτίμηση του συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας γ της πλευρικής προεξοχής. Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτηρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης.



Σχήμα 3

Στους πίνακες της TOTEE που ακολουθούν παρουσιάζονται οι συντελεστές σκίασης από πλευρικά εμπόδια για θερινή/χειμερινή περίοδο σε σχέση με τον προσανατολισμό και την γωνία γ .

Γωνία γ	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας							
		N	ΝΔ	Δ	ΒΔ	Β	ΒΑ	A	NA
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	θέρμανσης	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	0,97
	ψύξης	0,97	0,97	1,00	1,00	0,97	0,96	0,99	0,99
20°	θέρμανσης	0,95	0,99	1,00	1,00	1,00	0,92	0,90	0,93
	ψύξης	0,95	0,94	0,99	1,00	0,95	0,93	0,98	0,99
30°	θέρμανσης	0,92	0,98	1,00	1,00	1,00	0,89	0,86	0,90
	ψύξης	0,93	0,90	0,99	1,00	0,93	0,89	0,96	0,98
40°	θέρμανσης	0,89	0,97	1,00	1,00	1,00	0,86	0,80	0,87
	ψύξης	0,91	0,86	0,98	1,00	0,92	0,84	0,95	0,97
50°	θέρμανσης	0,85	0,95	1,00	1,00	1,00	0,84	0,75	0,83
	ψύξης	0,89	0,81	0,97	1,00	0,92	0,79	0,93	0,96
60°	θέρμανσης	0,81	0,93	1,00	1,00	1,00	0,82	0,69	0,79
	ψύξης	0,88	0,76	0,96	1,00	0,92	0,73	0,91	0,96
≥70°	θέρμανσης	0,76	0,90	1,00	1,00	1,00	0,81	0,62	0,73
	ψύξης	0,86	0,71	0,94	1,00	0,92	0,66	0,88	0,95

Πίνακας 18

Γωνία γ	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας							
		N	ΝΔ	Δ	ΒΔ	Β	ΒΑ	A	NA
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	θέρμανσης	0,97	0,97	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	0,99
	ψύξης	0,97	0,99	0,99	0,96	0,97	1,00	1,00	0,97
20°	θέρμανσης	0,95	0,93	0,90	0,92	1,00	1,00	1,00	0,99
	ψύξης	0,95	0,99	0,98	0,93	0,95	1,00	0,99	0,94
30°	θέρμανσης	0,92	0,90	0,86	0,89	1,00	1,00	1,00	0,98
	ψύξης	0,93	0,98	0,96	0,89	0,93	1,00	0,99	0,90
40°	θέρμανσης	0,89	0,87	0,80	0,86	1,00	1,00	1,00	0,97
	ψύξης	0,91	0,97	0,95	0,84	0,92	1,00	0,98	0,86
50°	θέρμανσης	0,85	0,83	0,75	0,84	1,00	1,00	1,00	0,95
	ψύξης	0,89	0,96	0,93	0,79	0,92	1,00	0,97	0,81
60°	θέρμανσης	0,81	0,79	0,69	0,82	1,00	1,00	1,00	0,93
	ψύξης	0,88	0,96	0,91	0,73	0,92	1,00	0,96	0,76
≥70°	θέρμανσης	0,76	0,73	0,62	0,81	1,00	1,00	1,00	0,90
	ψύξης	0,86	0,95	0,88	0,66	0,92	1,00	0,94	0,71

Πίνακας 19

Στο υπό μελέτη κτίριο δεν υπάρχουν σκιάσεις από πλευρικές προεξοχές συνεπώς ο συντελεστής σκίασης για όλες τις επιφάνειες είναι μονάδα ($F_{fin} = 1$).

Από τα παραπάνω δεδομένα και τους κατάλληλους υπολογισμούς που φαίνονται αναλυτικά στο παράρτημα Α, παρουσιάζονται οι συντελεστές σκίασης για τις αδιαφανείς επιφάνειες στην φόρμα του λογισμικού TEE που ακολουθεί.

Αδιαφανείς επιφάνειες		Σε επαφή με το έδαφος		Διαφανείς επιφάνειες											
Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα															
	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	a* (-)	e* (-)	F_ho_h (-)	F_ho_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_in_h (-)	F_in_c (-)	
▶ 1	Τοίχος	T1	136	90	12.48	0.88	0.60	0.60	1	1	1	1	1	1	
2	Τοίχος	T2	180	90	4.03	0.88	0.60	0.60	1	1	1	1	1	1	
3	Τοίχος	T3	226	90	14.35	0.88	0.60	0.60	1	1	1	1	1	1	
4	Τοίχος	T4	316	90	15.56	0.88	0.60	0.60	0.824	0.705	0.831	0.832	1	1	
5	Τοίχος	T5	0	90	4.07	0.88	0.60	0.60	1	1	0.812	0.842	1	1	
6	Τοίχος	T6	46	90	15.85	0.88	0.60	0.60	1	1	0.832	0.832	1	1	
7	Οροφή	ΔΟΜΑ	0	0	19.36	3.05	0.8	0.80	1	1	1	1	1	1	
8	Οροφή	ΣΤΕΓΗ	18.41	0	26.42	1.05	0.60	0.60	1	1	1	1	1	1	
9	Τοίχος	ΝΟΤΙΟΣ ΤΟΙΧΟΣ	180	90	4.96	3.65	0.60	0.60	1	1	1	1	1	1	
* 10															

Εικόνα 8

3.9.2 Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος

Σ' αυτήν την καρτέλα εισάγονται όλες οι επιφάνειες (τοίχοι, δάπεδα), οι οποίες έρχονται σε επαφή με το έδαφος. Τα στοιχεία που είναι απαραίτητα να εισάγουμε στο λογισμικό αναλύονται παρακάτω.

Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m².K)

Είναι ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου. Η ροή θερμότητας από ένα δομικό στοιχείο που έρχεται σε επαφή με το έδαφος είναι ένα σύνθετο τρισδιάστατο φαινόμενο που εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, βασικότερες των οποίων είναι:

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

Ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο με αυτόν που υπολογίζεται για δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, λαμβάνοντας όμως μηδενική θερμική αντίσταση στην εξωτερική τους παρειά. Για τα νέα κτίρια υπολογίζεται σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-2 (§2.1.6. Δομικό στοιχείο σε επαφή με το έδαφος). Για τα νέα κτίρια μετά την ισχύ του ΚΕΝΑΚ, ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων για τις διαφορετικές κλιματικές ζώνες πρέπει να πληροί τις απαιτήσεις της ΤΟΤΕΕ 20701-1 [§3.2. Θερμικά Χαρακτηριστικά Δομικών Στοιχείων Κτηρίου]. Για κτίρια που δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία χρησιμοποιούνται εναλλακτικά οι τυπικές κατασκευές δομικών στοιχείων ανά χρονική περίοδο κατασκευής, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από πίνακες της ΤΟΤΕΕ 20701-1.

Ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας υπολογίζεται αυτόματα από το λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ.

Στο κτίριο της βιοκλιματικής, η μόνη επιφάνεια που είναι σε επαφή με το έδαφος είναι το δάπεδο επί εδάφους.

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.

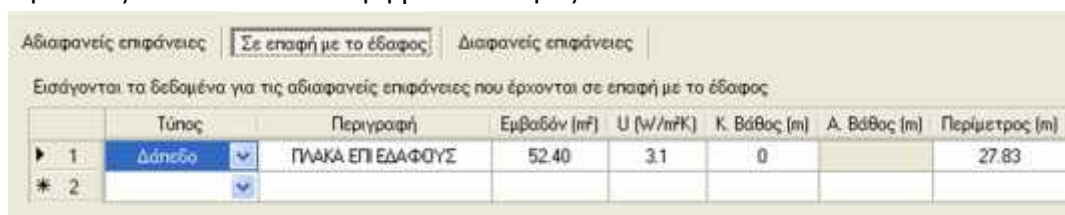
Α. Βάθος (m)

Εισάγεται το βάθος έδρασης (απόλυτη τιμή) μέσα στο έδαφος από το οποίο ξεκινάει το κατακόρυφο δομικό στοιχείο (τοίχος), σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1. Για δάπεδα το πεδίο είναι ανενεργό.

Περίμετρος (m)

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

Παρακάτω παρουσιάζονται τα δεδομένα εισαγωγής στο λογισμικό για τις επιφάνειες που είναι σε επαφή με το έδαφος:



	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
▶ 1	Δάπεδο	ΠΛΑΚΑ ΕΠΙ ΕΔΑΦΟΥΣ	52.40	3.1	0		27.83
* 2							

Εικόνα 9

3.9.3 Διαφανείς επιφάνειες

Περιλαμβάνει δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες του κελύφους (κουφώματα, φεγγίτες κλπ) κάθε θερμικής ζώνης που βρίσκονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον.

Τύπος ανοίγματος

Καθορίζεται ο τύπος του ανοίγματος, ανάλογα με τον τύπο πλαισίου, το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος και το υλικό του υαλοπίνακα. Το λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ περιέχει ένα ενσωματωμένο κατάλογο για τον τύπο του πλαισίου, το ποσοστό του πλαισίου και τον τύπο του υαλοπίνακα.

Στην περίπτωση μας, μετά την λεπτομερή αποτύπωση που έγινε διαπιστώσαμε ότι τα πρόκειται για μεταλλικά κουφώματα χωρίς θερμοδιακοπή και διπλό υαλοπίνακα με διάκενο αέρα 12mm, ενώ το ποσοστό του πλαισίου υπολογίστηκε αναλυτικά όπως φαίνεται από τον πίνακα του παραρτήματος Α.

Συντελεστής θερμοπερατότητας ανοίγματος, U (W/m².K),

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος εξαρτάται από το υλικό του πλαισίου, τον υαλοπίνακα, το ποσοστό του πλαισίου και το μήκος της θερμογέφυρας που σχηματίζεται στα σημεία ένωσης της υάλωσης με το πλαίσιο.

Ανάλογα με τον «τύπο ανοίγματος» υπάρχουν τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 20701-1 του πίνακα που ακολουθεί ώστε να απλοποιηθεί η διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης.

Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου F _f	Υαλοπίνακας μονός	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμφιμότητας	
			με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm	με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο Αέρα 12 mm
	[%]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	6,0	4,1	3,7	3,6	3,0
	30%	6,1	4,5	4,1	4,0	3,5
	40%	6,2	4,8	4,5	4,4	4,0
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	20%	–	3,6	3,2	3,1	2,6
	30%	–	3,5	3,2	3,1	2,7
	40%	–	3,5	3,2	3,0	2,8
Μεταλλικά πλαίσια με θερμοδιακοπή 24 mm	20%	–	3,4	3,0	3,0	2,3
	30%	–	3,3	3,0	2,9	2,4
	40%	–	3,2	3,0	2,9	2,4
Συνθετικό πλαίσιο	20%	–	3,4	3,0	2,9	2,2
	30%	–	3,3	2,9	2,9	2,3
	40%	–	3,2	2,9	2,9	2,4
Ξύλινο πλαίσιο	20%	5,0	3,2	2,9	2,7	2,1
	30%	4,7	3,1	2,8	2,6	2,1
	40%	4,3	3,0	2,7	2,6	2,1
Διπλό παράθυρο (ξύλινο)*	20%	2,4	–	–	–	–
	30%	2,3	–	–	–	–
	40%	2,1	–	–	–	–
Εξωτερικές Πόρτες						
Υλικό	Χωρίς υαλοπίνακες [W/(m².K)]					
Μέταλλο	6,0					
Συνθετικό	3,5					
Ξύλο	3,5					

* Οι τιμές για το διπλό ξύλινο παράθυρο ισχύουν, εφόσον και τα δύο φύλλα του παραθύρου δεν παρουσιάζουν προβλήματα αεροστεγανότητας. Σε αντίθετη περίπτωση ισχύουν οι τιμές του μονού παραθύρου.

Πίνακας 20

Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με τον «Συντελεστή θερμοπερατότητας ανοίγματος» τότε εισάγεται στο λογισμικό η

περιγραφή του τύπου ανοίγματος.

Για το κτίριο της βιοκλιματικής έγιναν αναλυτικοί υπολογισμοί για κάθε κούφωμα ξεχωριστά (Παράστημα Α) χρησιμοποιώντας τον τύπο που ακολουθεί:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$

όπου:

U_w [W/(m ² .K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος
U_f [W/(m ² .K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος
U_g [W/(m ² .K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσοτέρων φύλλων).
A_f [m ²]	η επιφάνεια του πλαισίου του κουφώματος
A_g [m ²]	η επιφάνεια του υαλοπίνακα του κουφώματος
l_g [m]	το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (περίμετρος του υαλοπίνακα)
Ψ_g [W/(m.K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος
A_w [m ²]	το εμβαδό της επιφάνειας του κουφώματος

Για τους υπολογισμούς μας χρησιμοποιήσαμε τυπικές τιμές από τους πίνακες της ΤΟΤΕΕ 20701-1 που ακολουθούν για τον τύπο πλαισίου, τον τύπο υαλοπίνακα και τη γραμμική θερμοπερατότητα στη συναρμογή πλαισίου- υαλοπίνακα.

Τύπος υαλοπίνακα	U_g
	[W/(m ² .K)]
Μονός υαλοπίνακας	5,70
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 6 mm	3,30
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm	2,80
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 6mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας ($\epsilon = 0,10$)	2,60
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 12mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας ($\epsilon = 0,10$)	1,80
Υαλότουβλα	3,50

Πίνακας 21

Τύπος πλαισίου	U_f
	[W/(m ² .K)]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	7,00
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	3,50
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 24 mm	2,80
Συνθετικό πλαίσιο	2,80
Ξύλινο πλαίσιο	2,20

Πίνακας 22

Τύπος πλαισίου	Γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους υαλοπινάκων Ψ_g [W/(m.K)]	
	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	0,02	0,05
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	0,08	0,11
Συνθετικό πλαίσιο	0,06	0,08
Ξύλινο πλαίσιο	0,06	0,08

Πίνακας 23

Διαπερατότητα, g_w

Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του κουφώματος g_w εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του κουφώματος προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε αυτό. Η τιμή εξαρτάται από το είδος του υαλοπίνακα και το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος.

Ο συντελεστής ηλιακού κέρδους υπολογίζεται από τη σχέση:

$$g_w = g_g \cdot (1 - F_f)$$

όπου:

F_f το ποσοστό πλαισίου στο κούφωμα

g_g Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα

Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του υαλοπίνακα προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σ' αυτό και λαμβάνεται ίση με το 90% του συντελεστή ηλιακού κέρδους g σε κάθετη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας. Όταν η τιμή g δεν πιστοποιείται, τη λαμβάνουμε από τον πίνακα της ΤΟΤΕΕ 20701-1 που ακολουθεί.

Τύπος υαλοπίνακα	g	g_{gl}	g_{em}
Μονός υαλοπίνακας	0,85	0,77	0,78
Διπλός υαλοπίνακας	0,75	0,68	0,66
Διπλός υαλοπίνακας, με επιλεκτική, χαμηλής ικανότητας εκπομπής επίστρωση	0,67	0,60	0,56
Διπλό παράθυρο	0,75	0,68	0,66
Υαλότουβλα	0,30	0,27	0,25

Πίνακας 24

Για το υπό μελέτη κτίριο θεωρήσαμε g_{gl} ίσο με 0,68 με βάση τον παραπάνω πίνακα και g_w υπολογίστηκε ξεχωριστά για κάθε κούφωμα (Παράρτημα Α).

Συντελεστές σκίασης (F_{hor}, F_{ov}, F_{fin}).

Στην περίπτωση των αδιαφανών επιφανειών ισχύει ότι και στην περίπτωση των αδιαφανών επιφανειών για τον υπολογισμό των συντελεστών σκίασης, όπως έχουμε αναλύσει παραπάνω. Στην παρακάτω εικόνα έχει γίνει η εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό TEE-KENAK:

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

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

	Τύπος	επιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m ² K)	α _w (-)	F _{hor,h} (-)	F _{hor,c} (-)	F _{ov,h} (-)	F _{ov,c} (-)	F _{fin,h} (-)	F _{fin,c} (-)
1	Ανοιγόμενο κούφωμα	A1	136	90	2.265		4.721	0.4360	1	1	1	1	1	1
2	Ανοιγόμενο κούφωμα	A2	0	90	2.185		4.771	0.4270	1	1	0.816	0.845	1	1
3	Ανοιγόμενο κούφωμα	A3	136	90	2.145		5.772	0.2336	1	1	1	1	1	1
4	Ανοιγόμενο κούφωμα	A4	180	90	1.950		5.846	0.2205	1	1	1	1	1	1
5	Ανοιγόμενο κούφωμα	A5	226	90	2.548		5.745	0.2377	1	1	1	1	1	1
6	Ανοιγόμενο κούφωμα	A6	226	90	1.248		4.549	0.4615	1	1	1	1	1	1
7	Ανοιγόμενο κούφωμα	A7	316	90	0.796		4.766	0.4238	1	1	0.762	0.763	1	1
8	Ανοιγόμενο κούφωμα	A8	316	90	0.777		4.777	0.4216	1	1	0.755	0.754	1	1
9	Ανοιγόμενο κούφωμα	A9	316	90	1.205		4.619	0.4487	1	1	0.789	0.790	1	1
10	Ανοιγόμενο κούφωμα	A10	46	90	1.105		4.626	0.4480	1	1	0.790	0.789	1	1
11	Ανοιγόμενο κούφωμα	A11	46	90	1.222		4.518	0.4674	1	1	0.790	0.789	1	1
12	Ανοιγόμενο κούφωμα	A12	136	90	1.261		4.497	0.4711	1	1	1	1	1	1
13	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	A13	0	90	3.25		4.696	0.441	1	1	1	1	1	1
14	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	A14	0	90	1.787		4.876	0.406	1	1	1	1	1	1
15	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	A15	0	90	2.93		4.581	0.464	1	1	1	1	1	1

Εικόνα 10

3.10 Ανάλυση συστημάτων κτιρίου

3.10.1 Γενικά

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

3.10.2 Σύστημα θέρμανσης

Το σύστημα θέρμανσης αποτελείται από:

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

Παραγωγή

Τύπος

Καθορίζεται ο τύπος κάθε μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας. Υπάρχει ένας διαθέσιμος κατάλογος στο λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ 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 ή υγρού καυσίμου
- Ανοικτές εστίες καύσης
- Τηλεθέρμανση
- ΣΗΘ
- Μονάδα παραγωγής άλλου τύπου.

Στην περίπτωση μας υπάρχουν 2 μονάδες θέρμανσης:

1. Τοπική αερόψυκτη Α.Θ.
2. Ανοικτή εστία καύσης

Πηγή ενέργειας

Καθορίζεται η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας. Από το διαθέσιμο κατάλογο μπορούν να επιλεγούν τα εξής:

- Φυσικό αέριο
- Πετρέλαιο θέρμανσης
- Πετρέλαιο κίνησης
- Ηλεκτρική ενέργεια
- Υγραέριο
- Βιομάζα
- Τυποποιημένη Βιομάζα
- Τηλεθέρμανση (ΔΕΗ)
- Τηλεθέρμανση (ΑΠΕ)
- ΣΗΘ

Για το κτίριο της βιοκλιματικής στην περίπτωση της τοπικής αερόψυκτης αντλίας θερμότητας (κλιματιστικό) η πηγή ενέργειας είναι ο ηλεκτρισμός, ενώ για την ανοικτή εστία καύσης (τζάκι) η πηγή ενέργεια είναι η βιομάζα (ξύλα).

Ισχύς (kW)

Εισάγεται η θερμική ισχύς (kW) της κάθε μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας (π.χ. λέβητας). Για κτίρια με κεντρικό σύστημα θέρμανσης λέβητα-καυστήρα, η ισχύς (kW) είναι η πραγματική θερμική ισχύς όπως προκύπτει από την ανάλυση καυσαερίων και τα αποτελέσματα των υπολογισμών που αναγράφονται στο φύλλο συντήρησης και ρύθμισης του συστήματος θέρμανσης, σύμφωνα με την ΚΥΑ 189533/2011 (η οποία είναι υποχρεωτική για όλα τα νέα και υφιστάμενα κτίρια). Για τα υπόλοιπα συστήματα, η ισχύς είναι η ονομαστική θερμική ισχύς.

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται τα χαρακτηριστικά του κλιματιστικού.

Χαρακτηριστικά τοπικής αερόψυκτης Α.Θ.	
Cooling capacity	3.40 kW
Input power	0.895 kW
EER	3.80
Heating capacity	4.00 kW
Input power	0.97 kW
COP	4.12

Πίνακας 25

Από τον παραπάνω πίνακα αυτό που μας ενδιαφέρει είναι η ισχύς εισαγωγής για τη θέρμανση δηλαδή 0,97 kW.

Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1, οι ανοιχτές εστίες καύσης έχουν πολύ χαμηλό βαθμό απόδοσης και η ισχύς τους είναι ανάλογη με την εστία καύσης. Στους υπολογισμούς, το λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ δεν λαμβάνει υπόψη την ισχύ της ανοιχτής εστίας καύσης. Στην περίπτωση μας παίρνουμε ενδεικτικά ισχύ 2 kW.

Βαθμός Απόδοσης

Εισάγεται ο συνολικός βαθμός απόδοσης της μονάδας (από 0 έως 1), σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Για τις αντλίες θερμότητας που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση των χώρων, η απόδοση καθορίζεται από το συντελεστή επίδοσης (COP) που θα αναλύσουμε στην επόμενη παράγραφο.

Συνεπώς για την τοπική αερόψυκτη αντλία ο βαθμός απόδοσης είναι 1,0. Ο μέσος βαθμός απόδοσης για τα παραδοσιακά τζάκια εκτιμάται σε 25%, ενώ για τα ενεργειακά τζάκια και τις σόμπες 50%. Άρα για την περίπτωση μας θα θεωρήσουμε βαθμό απόδοσης 0,50.

Συντελεστής επίδοσης (COP)

Ο συντελεστής επίδοσης (COP) ή συντελεστής συμπεριφοράς αντλιών θερμότητας καθορίζει ουσιαστικά την απόδοση. Ο συντελεστής επίδοσης δίνεται

στις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή. Για την ενεργειακή επιθεώρηση χρησιμοποιούμε τον ονομαστικό συντελεστή επίδοσης του κατασκευαστή για ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας θερμοκρασίας εξωτερικού αέρα 7°C και θερμοκρασία μέσου 45°C σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 14511:2007, όπως δίνεται από τον κατασκευαστή και αναγράφεται στις τεχνικές προδιαγραφές ή στο πλαίσιο της αντλίας θερμότητας.

Για τοπικές αερόψυκτες μονάδες αντλιών θερμότητας για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, ο βαθμός επίδοσης COP για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης τού προς επιθεώρηση κτίριο υ λαμβάνεται:

- 1,7 για συστήματα 20ετίας
- 2,2 για συστήματα 10ετίας

Για την αντλία θερμότητας του κτιρίου της βιοκλιματικής, ο συντελεστής επίδοσης (COP) είναι 4,12 όπως φαίνεται και στον πίνακα των τεχνικών χαρακτηριστικών, ενώ για το τζάκι ο συντελεστής επίδοσης είναι 1,0.

Ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου ζώνης

Κάθε μονάδα παραγωγής θερμικής ενέργειας καλύπτει μέρος ή σύνολο του απαιτούμενου θερμικού φορτίου μιας θερμικής ζώνης του κτιρίου. Όταν το απαιτούμενο θερμικό φορτίο για μια θερμική ζώνη καλύπτεται με περισσότερες από μία μονάδες παραγωγής θερμότητας (μη εφεδρικό), το ποσοστό κάλυψης του φορτίου ανά μονάδα κατανέμεται βάσει της αποδιδόμενης θερμικής ισχύος της εκάστοτε μονάδας παραγωγής θερμότητας.

Για την περίοδο θερμικής λειτουργίας εισάγουμε το βαθμό κάλυψης για κάθε μονάδα ώστε το άθροισμα τους, από όλες τις μονάδες παραγωγής θερμικής ενέργειας, για την εξεταζόμενη θερμική ζώνη, να ισούται με μονάδα (1) σε μηνιαία βάση (ανεξάρτητα αν λειτουργεί ή όχι το σύστημα θέρμανσης).

Στη περίπτωση μας έχουμε κάνει την παραδοχή ότι η τοπική αντλία θερμότητας καλύπτει κατά 90% τη θερμική ζώνη, ενώ η ανοικτή εστία καύση κατά 10%.

Δίκτυο διανομής

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι δικτύων διανομής:

- δίκτυο διανομής θερμού μέσου (σωληνώσεις)
- αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα.

Ανάλογα με τον τύπο του δικτύου που υπάρχει στην συγκεκριμένη ζώνη, εισάγουμε τα στοιχεία στην αντίστοιχη φόρμα του λογισμικού. Σε περίπτωση τοπικών μονάδων (π.χ. αντλιών θερμότητας) οι απώλειες λαμβάνονται μηδενικές και ο βαθμός απόδοσης μονάδα (1), όπως ισχύει για την περίπτωση μας.

Τερματικές μονάδες

Η απόδοση θερμότητας στους εσωτερικούς χώρους γίνεται μέσω των τερματικών μονάδων (TM). Για παράδειγμα, το ζεστό νερό που παράγεται από το λέβητα τροφοδοτείται μέσω της υδραυλικής εγκατάστασης του δικτύου διανομής σε μονάδες άμεσης απόδοσης. Τέτοια είναι τα θερμαντικά σώματα (καλοριφέρ) ή τοπικές κλιματιστικές μονάδες (ανεμιστήρα-στοιχείου γνωστά σαν fan coils). Μπορούν επίσης να είναι έμμεσης απόδοσης, όπως είναι ενσωματωμένες τερματικές μονάδες σε δομικά στοιχεία (ενδοδαπέδιο, ενδοτοιχίο).

Για τοπικές αντλίες θερμότητας, η απόδοση εκπομπής των εσωτερικών μονάδων στους υπολογισμούς λαμβάνεται ίση με 93% (0,93). Οι θερμάστρες υγραερίου ή φυσικού αερίου ή πετρελαίου και τα τυποποιημένα- πιστοποιημένα ενεργειακή τζάκια ή κοινά τζάκια ή σόμπες θεωρούνται ως άμεσης απόδοσης σε θερμοκρασία λειτουργίας 90-70°C. Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη οι αποδόσεις εκπομπής του παρακάτω πίνακα.

Απόδοση εκπομπής η_{em} τερματικών μονάδων θέρμανσης			
Τύπος τερματικής μονάδας	Θερμοκρασία μέσου T [°C]		
	90 - 70	70 - 50	50 - 35
Άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό τοίχο	0,85	0,89	0,91
Άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο	0,89	0,93	0,95
Ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης	–	–	0,90
Ενδοτοιχίο σύστημα θέρμανσης	–	–	0,87
Σύστημα θέρμανσης οροφής	–	–	0,85

Πίνακας 26

Άρα για το τζάκι, ο συντελεστής απόδοσης εκπομπής είναι 0,85. Συνεπώς για το κτίριο της βιοκλιματικής λόγω της ύπαρξης 2 μονάδων παραγωγής θέρμανσης θα πρέπει να λάβουμε ένα σταθμισμένο συντελεστή, ο οποίος είναι 0,92.

Βοηθητικές Μονάδες

Στο στάδιο αυτό καταγράφονται τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλεκτροκινητήρων και των άλλων βοηθητικών μονάδων της κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης, όπως αντλία, κυκλοφορητής, ηλεκτροβάννα ή ανεμιστήρας.

Στο υπό επιθεώρηση κτίριο δεν υπάρχουν βοηθητικές μονάδες άρα η ισχύς λαμβάνει την τιμή μηδέν (0).

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που αναλύσαμε παραπάνω, τα εισάγαμε στο λογισμικό TEE KENAK όπως φαίνεται στην εικόνα 11.

Παραγωγή																	
	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B: An (-)	COP (-)	Jan (-)	Feb (-)	Mar (-)	Apr (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
1	Τοπική αερίαιμη Α.Θ.	Ηλεκτρικός	0.57	1.0	4.12	0.9	0.9	0.9	1.0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.9
2	Ανοικτές οσπίες καύσης	Βιοαέριο	2	0.50	1.0	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1
3				1	1												

Δίκτυο διανομής					
	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B: An (-)	Μόνωση
1	Δίκτυο διανομής θερμότητας			1	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες	
	B: An (-)
1	0.52

Βοηθητικές μονάδες		
	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
1	1	0

Εικόνα 11

3.10.3 Σύστημα Ψύξης

Γενικά

Όπως και το σύστημα θέρμανσης έτσι και για το σύστημα ψύξης οι παράμετροι που πρέπει να καθοριστούν είναι:

- Η παραγωγή
- Το δίκτυο διανομής
- Οι τερματικές μονάδες
- Οι βοηθητικές μονάδες

Οι μονάδες παραγωγής ψύξης που εφαρμόζονται στα ελληνικά κτίρια είναι κατά κανόνα ψύκτες ή αντλίες θερμότητας με χρήση κυρίως ηλεκτρικής ενέργειας και σπανιότερα με τη χρήση κινητήρων που καταναλώνουν φυσικό αέριο ή άλλο συμβατικό καύσιμο.

Στα κτίρια κατοικιών χρησιμοποιούνται συνήθως τοπικά συστήματα αντλιών θερμότητας άμεσης εξάτμισης μικρής ψυκτικής ικανότητας. Αντίθετα, σε πολλά και κυρίως νεόδμητα κτίρια του τριτογενούς τομέα χρησιμοποιούνται κεντρικά ή ημικεντρικά συστήματα ψύξης/κλιματισμού.

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

Τύπος

Καθορίζεται ο τύπος της μονάδας παραγωγής ψυκτικής ενέργειας. Μπορούμε να επιλέξουμε από τον διαθέσιμο κατάλογο του λογισμικού ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ μεταξύ των εξής:

1. Αερόψυκτος ψύκτης
2. Υδρόψυκτος ψύκτης
3. Υδρόψυκτη Α.Θ
4. Αερόψυκτη Α.Θ
5. Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη
6. Γεωθερμική Α.Θ. με κατακόρυφο εναλλάκτη
7. Α.Θ. απορρόφησης– προσρόφησης
8. Κεντρική Α.Θ. άλλου τύπου
9. Μονάδα παραγωγής άλλου τύπου.

Για το κτίριο της βιοκλιματικής, η μοναδική μονάδα ψύξης είναι μία αερόψυκτη αντλία θερμότητας (η ίδια που χρησιμοποιείται και για θέρμανση).

Πηγή ενέργειας

Καθορίζεται η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας: Η πηγή ενέργειας μπορεί να είναι:

1. Φυσικό αέριο
2. Πετρέλαιο θέρμανσης
3. Πετρέλαιο κίνησης
4. Ηλεκτρική ενέργεια
5. Υγραέριο
6. Βιομάζα
7. Τυποποιημένη Βιομάζα
8. Τηλεθέρμανση (ΔΕΗ)
9. Τηλεθέρμανση (ΑΠΕ)
10. ΣΗΘ.

Για την αερόψυκτη αντλία θερμότητας του υπό επιθεώρηση κτίριο, η πηγή ενέργειας είναι το ηλεκτρικό ρεύμα.

Ισχύς (kW)

Εισάγεται η ονομαστική ψυκτική ισχύς της κάθε μονάδας παραγωγής (kW) που καλύπτει το κτίριο ή την θερμική ζώνη. Η ισχύς δε λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης. Για τη σωστή διενέργεια της ενεργειακής επιθεώρησης θα εισάγουμε την ισχύ της αντλίας όπως προκύπτει από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του πίνακα 25, δηλαδή ονομαστική ισχύ 0,895 kW.

Βαθμός Απόδοσης

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 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Για συστήματα με ηλεκτρισμό είναι πάντα μονάδα (1), όπως στην περίπτωση μας. Αυτό που επηρεάζει την απόδοση του συστήματός μας είναι ο δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας (EER) που θα αναλύσουμε στην επόμενη παράγραφο.

Δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας (EER)

Για τις αντλίες θερμότητας που χρησιμοποιούνται για την ψύξη των χώρων η απόδοση καθορίζεται από τον ονομαστικό δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας (EER) στις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας (για ψύξη), όπως δίνονται στις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή. Διευκρινίζεται πως στον ΚΕΝΑΚ και σ' αυτήν την τεχνική οδηγία οι αποδόσεις των συστημάτων για τη λειτουργία ψύξης κρίνονται κατά σύμβαση βάσει των δεικτών EER.

Για τις τοπικές αερόψυκτες μονάδες αντλιών θερμότητας (διαιρούμενου ή ενιαίου τύπου), για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, ο δείκτης αποδοτικότητας EER για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του προς επιθεώρηση κτιρίου λαμβάνεται:

- 1,5 για συστήματα 20ετίας
- 2,0 για συστήματα 10ετίας

Για τις κεντρικές μονάδες ψύξης (αντλίες θερμότητας, ψύκτες κ.α.), για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, ο δείκτης αποδοτικότητας λαμβάνεται

- 2,0 για συστήματα 20ετίας
- 2,5 για συστήματα 10ετίας

Για το κτίριο της βιοκλιματικής σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά, ο δείκτης αποδοτικότητας λαμβάνεται ίσος με 3,80.

Ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου ζώνης

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. Ανάλογα με την χρήση της ζώνης, οι μήνες που το σύστημα ψύξης δεν λειτουργεί εμφανίζονται με την προεπιλεγμένη τιμή 0.

Για τα κτίρια κατοικιών, για όλους τους υπόλοιπους μήνες, οι τιμές πρέπει να εισάγονται ώστε το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, για την εξεταζόμενη θερμική ζώνη, να κυμαίνεται μεταξύ 0.5 και 1 (ανεξάρτητα αν λειτουργεί ή όχι το σύστημα ψύξης) σε μηνιαία βάση, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Για τα κτίρια τριτογενή τομέα, για όλους τους μήνες λειτουργίας, το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, για την εξεταζόμενη θερμική ζώνη, πρέπει να ισούται με 1 σε μηνιαία βάση (ανεξάρτητα αν λειτουργεί ή όχι το σύστημα ψύξης), σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Συνεπώς, για το κτίριο της βιοκλιματικής αφού το μοναδικό σύστημα είναι η αντλία θερμότητας, εισάγαμε τη μονάδα στα αντίστοιχα κελιά του λογισμικού.

Δίκτυο διανομής

Όπως στα συστήματα θέρμανσης, ομοίως και στα συστήματα ψύξης υπάρχουν δύο βασικοί τύποι δικτύων διανομής:

- δίκτυο διανομής θερμού μέσου (σωληνώσεις)
- αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα.

Σε περίπτωση τοπικών μονάδων που δεν διαθέτουν δίκτυο διανομής (π.χ. τοπικές αντλίες θερμότητας), τότε το πεδίο της ισχύος πρέπει να μένει κενό όπως στην περίπτωση μας. Επίσης για τοπικά συστήματα παραγωγής ψύξης όπως οι αντλίες θερμότητας, στα οποία δεν υπάρχει δίκτυο διανομής, οι απώλειες διανομής θεωρούνται μηδενικές για το υπό επιθεώρηση κτίριο.

Τερματικές μονάδες

Οι τερματικές μονάδες εκπομπής είναι τα στοιχεία των κεντρικών εγκαταστάσεων ψύξης, τα οποία αποδίδουν την ψυκτική ενέργεια στους χώρους. Τέτοια είναι ενδοδαπέδια συστήματα δροσισμού, ενδοτοιχία συστήματα δροσισμού, μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου κ.α.

Οι συνήθεις τερματικές μονάδες για εγκαταστάσεις ψύξης, είναι μονάδες ανεμιστήρα- στοιχείου (fancoil), εσωτερικές μονάδες συστημάτων άμεσης εξάτμισης, τερματικά στοιχεία αέρα (στόμια δικτύου αεραγωγών), ενδοδαπέδια συστήματα δροσισμού και ψυχόμενη οροφή.

Ο βαθμός απόδοσης ($n_{em,t}$) των τερματικών μονάδων ψύξης υπολογίζεται πό την ακόλουθη σχέση:

$$n_{em,t} = \frac{n_e}{f_{im} \cdot f_{hydr}}$$

Όπου f_{im} : ο παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας

f_{hydr} : ο παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου τερματικών μονάδων

n_{em} : η απόδοση εκπομπής της ίδια της μονάδας

Τα παραπάνω δίδονται από πίνακες της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 που ακολουθούν:

Για θερματικές μονάδες θέρμανσης με:	f_{im}
συνεχή λειτουργία	1,00
διακοπτόμενη λειτουργία*	0,97

* με ρύθμιση λειτουργίας σε επίπεδο θερματικής μονάδας

Πίνακας 27

Για θερματικές μονάδες με:	f_{hydr}
υδραυλικά εξισορροπημένο σύστημα	1,00
συστήματα εκτός ισορροπίας	1,03

Πίνακας 28

Τύπος θερματικής μονάδας	Απόδοση εκπομπής η_{em} μονάδων ψύξης
Άμεσα συστήματα: π.χ. μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (fan-coils), δαπέδου ή οροφής, εσωτερικές μονάδες τοπικών συστημάτων άμεσης εξάτμισης, θερματικά στοιχεία διανομής αέρα κ.ά.	0,93
Ενσωματωμένες θερματικές μονάδες: π.χ. ενδοτοιχίο, ενδοδαπέδιο, ψυχόμενες οροφές	0,90
Τοπικές αντλίες θερμότητας	0,93

Πίνακας 29

Με βάση τους παραπάνω πίνακες, ο βαθμός απόδοσης για το υπό επιθεώρηση κτίριο είναι:

$$\eta_{e, \text{t}} = \frac{0,93}{0,97 \cdot 1,00} = 0,96$$

Βοηθητικές Μονάδες

Στο στάδιο αυτό καταγράφονται τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλεκτροκινητήρων και των άλλων βοηθητικών μονάδων της εγκατάστασης ψύξης. Τέτοια μπορεί να είναι αντλία, κυκλοφορητής, ηλεκτροβάννα, ανεμιστήρας ή πύργος ψύξης.

Στο κτίριο της βιοκλιματικής δεν υπάρχουν βοηθητικές μονάδες.

Αφού λάβαμε υπόψη μας τα παραπάνω, εισάγαμε τα δεδομένα στο λογισμικό ΤΕΕ KENAK όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.

Είδηση: Ψύξη ΖΝΣ Φωτισμός

Παρέννη

	Τύπος	Παγί ενόληση	Ισχύς (kW)	B. An (h)	EER (h)	len (h)	Φεβ (h)	Μαρ (h)	Απρ (h)	Μαρ (h)	Ιουν (h)	Ιουλ (h)	Αυγ (h)	Σεπ (h)	Οκτ (h)	Νοε (h)	Δεσ (h)
▶ 1	Αερόκλιμα II	Ηλεκτρικός	0.995	1.0	3.80	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
* 2				1	1												

Δίκτυο θέρμανσης

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος θέρμανσης	B. An (h)	Μήνωση	
▶ 1	Δίκτυο θέρμανσης κεντρικού μέρους			h	0.98	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγός			h		<input type="checkbox"/>

Τετραπλάσιες μονάδες

	Τύπος	B. An (h)
▶ 1	Λ.Υ.	1

Βασικές μονάδες

	Τύπος	Αρ (h)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Εικόνα 12

3.10.4 Σύστημα μηχανισμού αερισμού

Το σύστημα μηχανικού αερισμού μπορεί να είναι αυτόνομο τοπικό ή κεντρικό σύστημα αερισμού ή/και εξαερισμού ή/και τμήμα ενός δικτύου αερισμού με κεντρική κλιματιστική μονάδα (ΚΜΜ) διαχείρισης αέρα (θέρμανση, ψύξη, ύγρανση, αφύγρανση, φιλτράρισμα αέρα), δηλαδή πλήρης κλιματισμός και προσαγωγή του απαιτούμενου νωπού για το χώρο ή τη θερμική ζώνη.

Στον πίνακα της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 που ακολουθεί δίνονται οι απαιτούμενες ποσότητες νωπού αέρα για κάθε χρήση κτιρίου.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m ² επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m ³ /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m ³ /h/m ²]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	5	15	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας*	15	20	3,00
θερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
χειμερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας*	15	20	3,00
θερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
χειμερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	80	25	20,00
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	100	45	45,00
Θέατρο, κινηματογράφος	100	25	25,00
Χώρος συναυλιών	100	30	30,00
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	50	20	10,00
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	110	25	27,50
Τράπεζα	20	30	6,00
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	75	30	22,50
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	75	45	33,75
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	--	--	2,6
Λουτρό (κοινόχρηστο)	--	--	6,00
Νηπαγωγείο**	50	22	11,00
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευσης**	50	22	11,00
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας**	50	22	11,00
Φροντιστήριο, ωδείο**	55	22	12,10
Ινστιτούτο γυμναστικής,	15	45	6,75
Κουρείο, κομμωτήριο	15	30	4,50
Γραφείο	10	30	3,00
Βιβλιοθήκη	22	30	6,60

Πίνακας 30

Στα κτίρια κατοικίας δεν υπάρχει απαίτηση για μηχανικό αερισμό.

Στα κτίρια του τριτογενή τομέα η συνολική παροχή νωπού αέρα γίνεται μόνο με μηχανικό αερισμό. Η συνολική παροχή νωπού αέρα ανά ζώνη θα πρέπει να είναι ίση με τα ελάχιστα απαιτούμενα όρια νωπού αέρα.

Επειδή στο κτίριο της βιοκλιματικής δεν υπάρχει σύστημα κλιματισμού ή μηχανικού αερισμού / εξαερισμού, ορίσαμε ένα θεωρητικό σύστημα μηχανικού αερισμού (παροχή αέρα σύμφωνα με τα ελάχιστα απαιτούμενα όρια νωπού αέρα, χωρίς ανακυκλοφορία και χωρίς ανάκτηση θερμότητας / ψύξης), με ανεμιστήρες

(ειδική ηλεκτρική ισχύς 1,0 kW/m³/s), σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

	Τύπος	Τμ. Θερμ.	F _h (m ³ /h)	R _h (-)	Q _{e,h} (-)	Τμ. Ψυξ.	F _c (m ³ /h)	R _c (-)	Q _{e,c} (-)	Τμ. Υγρ.	H _e (-)	Φίλτρα	E _{vent} (kW/m ³ /s)
▶ 1	ΘΕΡΜΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	<input type="checkbox"/>	157,2	0,0	0,0	<input type="checkbox"/>	157,2	0,0	0,0	<input type="checkbox"/>	0,0	<input type="checkbox"/>	1
* 2		<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	

Εικόνα 13

3.10.5 Σύστημα φωτισμού

Η κατανάλωση ενέργειας από τα συστήματα φωτισμού συνυπολογίζεται βάσει του KENAK μόνο για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων του τριτογενούς τομέα, στον οποίο ανήκει και το υπό εξέταση κτίριο. Για το σύστημα φωτισμού για κάθε ζώνη ξεχωριστά λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω παράμετροι:

- Η εγκατεστημένη ισχύς των λαμπτήρων και των φωτιστικών του χώρου (kW),
- Η φωτεινή δραστηριότητα [lm/W] των λαμπτήρων, ανά τύπο λαμπτήρα, όπως αναγράφεται στις τεχνικές προδιαγραφές.
- Τα σύστημα ελέγχου λειτουργίας φωτισμού, όπως αισθητήρες στάθμης φωτισμού, αισθητήρες παρουσίας, χρονοδιακόπτες (ανάλογα με το ωράριο λειτουργίας του κτηρίου), σκίαση κ.ά.
- Το ποσοστό του χώρου που λαμβάνεται ως ζώνη φυσικού φωτισμού.
- Η δυνατότητα αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού σε ένα χώρο.
- Η απαίτηση για τεχνητό φωτισμό σε ένα χώρο.

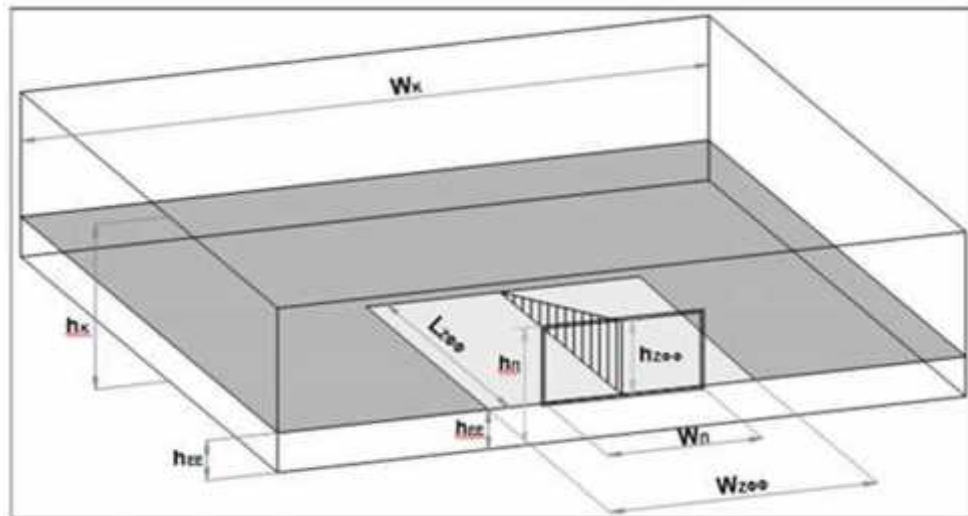
Αναλυτικά, για τη χρήση φυσικού φωτισμού εξαρτάται από τον προσανατολισμό του κτιρίου, τον ηλιασμό του, τα πλευρικά ανοίγματα των χώρων του ή τα ανοίγματα της οροφής, τις ώρες λειτουργίας, τη χρήση και τις διαστάσεις των χώρων του (βάθος, μήκος, πλάτος, ύψος) κ.ά.

Σε πολλές εγκαταστάσεις φωτισμού, υπάρχει τεχνολογία ελέγχου και αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού μέσω διατάξεων αυτομάτου ελέγχου, όπως αισθητήρων παρουσίας, αισθητήρων στάθμης φωτισμού, αυτόματο σύστημα αφής / σβέσης κ.ά.

Στην ενεργειακή επιθεώρηση εκτιμάται το ποσοστό του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης που καλύπτεται με φυσικό φωτισμό. Για ευκολία η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 ορίζει περιοχή φωτισμού :

- Από κατακόρυφα πλευρικά ανοίγματα, την περιοχή προς το εσωτερικό του χώρου σε απόσταση (βάθος) $L_{z\phi} = 4m$ από τα πλευρικά ανοίγματα (διαφανείς επιφάνειες) ενός τοίχου και με πλάτος ίσο με το πλάτος του ανοίγματος αυξημένο κατά 2 μέτρα ($W_{\pi} + 2m$).
- Από οριζόντια ανοίγματα οροφής, την περιοχή που βρίσκεται κάτω από το άνοιγμα οροφής και εκτείνεται 1,5 m πέρα από τα όρια της προβολής του ανοίγματος επί της επιφάνειας εργασίας.

Για τους παραπάνω υπολογισμούς ενδεικτικό είναι το σχήμα 4.



Σχήμα 4

Επίσης, σε κάθε χώρο πρέπει να παρέχεται ο φωτισμός που εξασφαλίζει στους χρήστες οπτική άνεση, δηλαδή ένα περιβάλλον με την απαιτούμενη ποσότητα και ποιότητα φωτισμού, που επιτρέπει την ευχάριστη διαμονή και την άσκηση της προβλεπόμενης διαστηριότητάς τους, χωρίς φαινόμενα που να οδηγούν στην οπτική δυσφορία ή κόπωση.

Οι προτεινόμενες τιμές του προτύπου ΕΛΟΤ EN 12464.1:2002 για τα συνιστώμενα επίπεδα φωτισμού, δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]*	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m ²]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	200	6,4	0,8
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	300	9,6	0,8
θερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	300	9,6	0,8
θερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
Οικοτροφείο και κοπώνας	300	9,6	0,8
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	250	8,0	0,8
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	100	3,2	0,5
Εσπιατόριο	200	6,4	0,8
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	250	8,0	0,8
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	100	3,2	0,8
Θέατρο, κινηματογράφος	100	3,2	0,8
Χώρος συναυλιών	100	3,2	0,8
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	200	6,4	0,8
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	500	16,0	0,8
Τράπεζα	500	16,0	0,8
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	500	16,0	0,8
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	300	9,6	0,8
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	300	9,6	0,8
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	300	9,6	0,8
Αστυνομική διεύθυνση	500	16,0	0,8
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	300	9,6	0,8
Κατάστημα, φαρμακείο,	500	16	0,8
Ινστιτούτο γυμναστικής	400	12,8	0,8
Κουρείο, κομμωτήριο	400	12,8	0,8
Γραφείο	500	16,0	0,8
Βιβλιοθήκη	500	16,0	0,8

* lx = lm/m².

Πίνακας 31

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για φωτισμό σε μία θερμική ζώνη υπολογίζεται από τον τύπο των συστημάτων φωτισμού που είναι εγκατεστημένα και την καταγραφή του αριθμού φωτιστικών, των λαμπτήρων και των στραγγαλιστικών

πηνίων. Σε περίπτωση που το κτίριο διαθέτει φωτιστικά και λαμπτήρες που αποδίδουν χαμηλότερη στάθμη (lx) γενικού φωτισμού από τα καθορισμένα του παραπάνω πίνακα, τότε για τους υπολογισμούς λαμβάνεται η υπολογιζόμενη ελάχιστη απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς φωτιστικών της ίδιας τεχνολογίας στο εξεταζόμενο κτίριο, που πληροί την ελάχιστη στάθμη (lx) γενικού φωτισμού.

Κάθε φωτιστικό σώμα έχει συγκεκριμένη φωτεινή δραστηριότητα, ανάλογα με τον τύπο του λαμπτήρα, τις ανακλαστικές διατάξεις που διαθέτει και την ισχύ του. Στον πίνακα 32 παρουσιάζονται τυπικές τιμές της φωτεινής δραστηριότητας για διαφορετικούς τύπου λαμπτήρα.

Τύπος λαμπτήρα	Φωτεινή δραστηριότητα [lm/W]
Πυράκτωσης	10 - 18
Αλογόνου	15 - 25
Συμπαγής φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	50 - 70
Γραμμικός φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	60 - 100
Αλογονιδίων μετάλλων (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	65 - 110
Φωτοδιόδοι (LED) (συμπεριλαμβανομένου του οδηγού (driver))	30 - 60

Πίνακας 32

Η ελάχιστη απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς (W/m^2) γενικού φωτισμού υπολογίζεται ανάλογα με τον τύπο των λαμπτήρων που καταγράφονται στο υπό επιθεώρηση κτήριο, την ελάχιστη απαιτούμενη στάθμη φωτισμού ανάλογα με τη χρήση του χώρου και τις τυπικές τιμές του συντελεστή μετατροπής που αναφέρονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Φωτιστικά με λαμπτήρες	Πυκνότητα ισχύος ανά 100 lx [$W/m^2/100lx$]
Πυράκτωσης	27,0
Αλογόνου	16,6
Υδραργύρου	7,0
Υψηλής πίεσης νατρίου	4,2
Συμπαγής φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	4,5
Γραμμικός φθορισμού T8 (halophosphate συμπεριλαμβανομένου του μαγνητικού στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	4,2
Γραμμικός φθορισμού T8 (triphosphor συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρονικού ballast)	3,4
Γραμμικός φθορισμού T5 (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	3,2
Αλογονιδίων μετάλλων (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	5,2

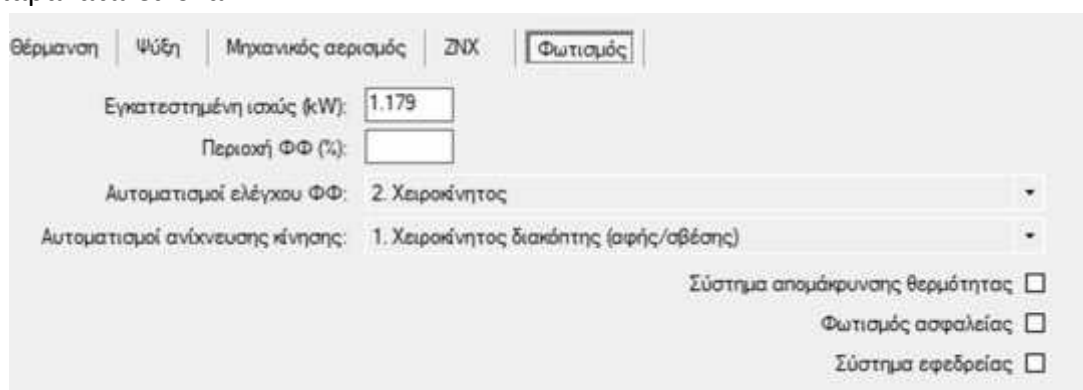
Πίνακας 33

Στο κτίριο της βιοκλιματικής, δεν υπάρχουν αυτοματισμοί φωτισμού, ενώ οι λαμπτήρες είναι συμπαγούς φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast)) με πυκνότητα ισχύος 4,5 W/m²/100lx, ενώ η απαιτούμενη στάθμη φωτισμού για γραφεία είναι 500lx.

Συνεπώς η ελάχιστη απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς είναι:

$$P=52,40 \text{ m}^2 \cdot 4,5 \text{ W/m}^2/100\text{lx} \cdot 500\text{lx}= 1.179 \text{ W ή } 1,179 \text{ kW}$$

Εισάγουμε τα δεδομένα μας στο λογισμικό TEE KENAK όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



The screenshot shows the 'Φωτισμός' (Lighting) tab in the TEE KENAK software. The interface includes several input fields and checkboxes:

- Εγκατεστημένη ισχύς (kW): 1.179
- Περιοχή ΦΦ (%): [Empty field]
- Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ: 2. Χειροκίνητος
- Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης: 1. Χειροκίνητος διακόπτης (αιτής/σβέσης)
- Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας:
- Φωτισμός ασφαλείας:
- Σύστημα εφεδρείας:

Εικόνα 14

3.11 Μη θερμαινόμενοι χώροι

Στο πλαίσιο της ενεργειακής μελέτης ενός κτιρίου καθορίζονται και οι μη θερμαινόμενοι χώροι, που γειτνιάζουν και έχουν θερμική σύζευξη με τους θερμαινόμενους χώρους. Οι μη θερμαινόμενοι χώροι του κτιρίου είναι ενεργειακά αδρανείς χώροι, χωρίς απαιτήσεις για θέρμανση, ψύξη και αερισμό. Διευκρινίζεται, ωστόσο, ότι στους μη θερμαινόμενους χώρους ενός κτιρίου, δεν συμπεριλαμβάνονται μη θερμαινόμενοι χώροι κύριας χρήσης (π.χ. χώροι στάθμευσης, αποθήκες καταστημάτων, κ.ά.), για τους οποίους προβλέπεται η υπαγωγή τους στο κτήριο ως θερμικών ζωνών με την αντίστοιχη χρήση (όταν ο όγκος τους είναι τουλάχιστον 10% του συνόλου του κτηρίου).

Οι μη θερμαινόμενοι δεν έχουν σύστημα θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού, δηλαδή είναι ενεργειακά αδρανείς χώροι. Στους μη θερμαινόμενους δεν λαμβάνονται υπόψη τα εσωτερικά θερμικά κέρδη και ο φωτισμός.

Στο κτίριο της βιοκλιματικής, κανένας χώρος δεν εντάχθηκε στην κατηγορία «Μη Θερμαινόμενοι Χώροι».

4. Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου της βιοκλιματικής

Αφού εισάγαμε τα δεδομένα στο λογισμικό TEE-KENAK, εκτελούμε τη διαδικασία των υπολογισμών που πραγματοποιεί το λογισμικό..

Οι τελικές χρήσεις που εμφανίζονται στις οθόνες των αποτελεσμάτων είναι θέρμανση, ψύξη, ZNX και για κτίρια του τριτογενή τομέα, φωτισμός. Η κατανάλωση για τον αερισμό συμπεριλαμβάνεται στις καταναλώσεις για θέρμανση / ψύξη, όπως επίσης και η κατανάλωση ενέργειας των βοηθητικών συστημάτων (θέρμανσης, ψύξης και αερισμού) και του συστήματος ύγρανσης, αν υπάρχει. Επίσης, εμφανίζεται και η συνεισφορά της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ (φωτοβολταϊκά) και ΣΗΘ ανηγμένης σε πρωτογενή ενέργεια.

Εμφανίζεται η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου καθώς επίσης και ένας συγκριτικός πίνακας με την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση και την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου, όπως θα εμφανίζονται στο ΠΕΑ, για το υπάρχον κτίριο, το κτίριο αναφοράς καθώς επίσης και για κάθε σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης.

Επιπλέον, εμφανίζονται σε μορφή πίνακα τα αποτελέσματα του κτιρίου σε μηνιαία και ετήσια βάση για:

- Ενεργειακές απαιτήσεις kWh/m²: Εμφανίζονται μηνιαίες και ετήσιες τιμές ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση, ψύξη, ύγρανση και ZNX.
- Ενεργειακή κατανάλωση, kWh/m²: Εμφανίζονται μηνιαίες και ετήσιες τιμές τελικής ενεργειακής κατανάλωσης για θέρμανση, συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης (ZNX), συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών για ZNX, φωτισμό, συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΦΒ και συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση.
- Κατανάλωση καυσίμων, kWh/m²: Εμφανίζονται ετήσιες τιμές για κατανάλωση καυσίμων.
- Εκπομπές CO₂, kg/m²: Εμφανίζονται ετήσιες τιμές για τις εκπομπές CO₂, ανάλογα με το ποιά καύσιμα χρησιμοποιούνται στα διάφορα συστήματα του κτιρίου.

Οι κατηγορίες για την ενεργειακή ταξινόμηση των κτιρίων δίνονται στον παρακάτω πίνακα 34.

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

Πίνακας 34

Όπου:

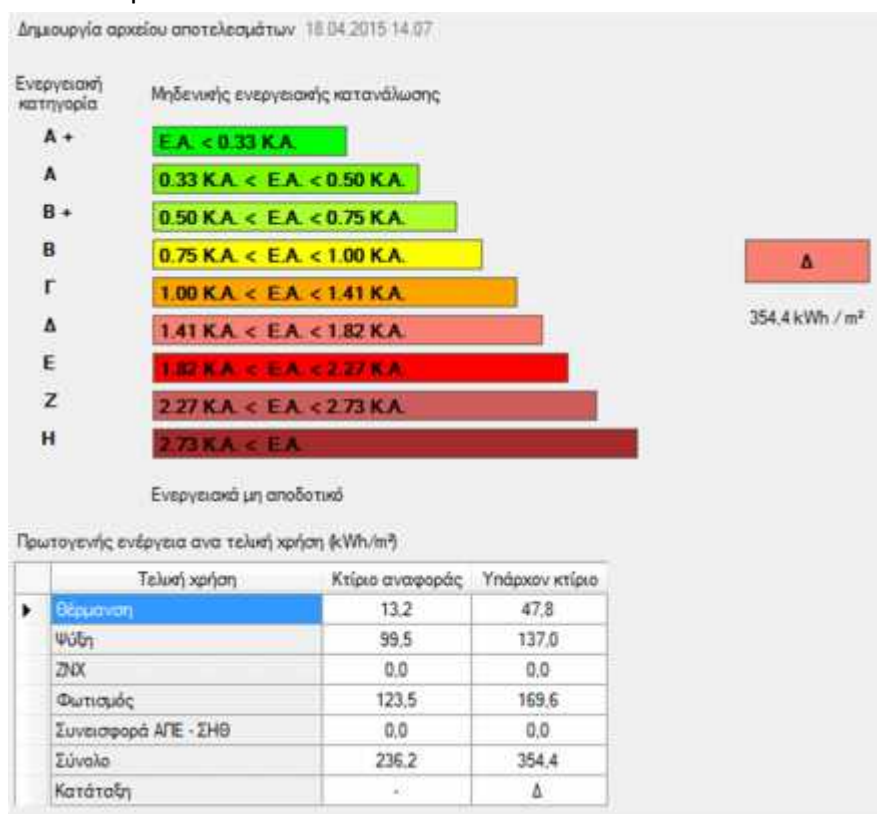
EP : Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου

RR : Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς

T: Λόγος της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς (RR). Δηλαδή:

$$T=EP/RR$$

Έτσι, προκύπτει η τελική ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου της βιοκλιματικής, όπως φαίνεται στην εικόνα 15.



Εικόνα 15

Από την παραπάνω εικόνα διαπιστώνουμε ότι το κτίριο της βιοκλιματικής ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία «Δ» με κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας 354,4 kWh/m².

Παρατηρείται μεγάλη διαφορά στις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης του υπό μελέτη κτιρίου με το κτίριο αναφοράς. Σημαντικό είναι να αναφερθεί, ότι στο κτίριο της Υδραυλικής δεν υπάρχει κατανάλωση ΖΝΧ. Η εισαγωγή κατανάλωσης ΖΝΧ οφείλεται στην υποχρέωση που έχουμε να ορίσουμε ένα θεωρητικό σύστημα παραγωγής ΖΝΧ στα πλαίσια λειτουργίας του λογισμικού, για να πραγματοποιηθεί αξιόπιστα η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου

Στην εικόνα 16 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) και οι ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) του υπό επιθεώρηση κτιρίου καθώς και πληροφορίες για την κατανάλωση κάθε μορφής ενέργειας και τις εκπομπές του CO₂.

Υπάρχον κτίριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	9,2	7,7	5,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	6,7	32,1
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	21,3	40,6	37,5	7,0	0,0	0,0	0,0	111,7
	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
	ΖΝΧ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	6,5	5,5	4,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,6	4,8	23,2
	Ηλεκτρική ενέργεια για θέρμανση κώρων	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	2,4	9,0	17,0	15,7	3,1	0,0	0,0	0,0	47,2
	ΖΝΧ	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
	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	5,0	4,5	5,0	4,8	5,0	4,8	5,0	5,0	4,8	5,0	4,8	5,0	58,5
	Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΖΗΘ	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	11,5	10,0	9,1	5,3	7,4	13,8	22,0	20,7	7,9	5,2	6,4	9,8	129,0

Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
▶	Ηλεκτρισμός	118,7	117,4
	Πετρέλαιο	0,0	0,0
	Φυσικό αέριο	0,0	0,0
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
	Ηλεκτή	0,0	0,0
	Βιομάζα	10,3	0,0
	Γεωθερμία	0,0	0,0
	Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
	Σύνολο	129,0	117,4

Εικόνα 16

Το συνολικό εμβαδό του κτιρίου είναι 52,40 m². Άρα οι συνολικές εκπομπές του CO₂ του κτιρίου της βιοκλιματικής είναι 52,40 m²*118,2= 6.229,14 kg/m² CO₂.

Συνεπώς, πρέπει να ληφθούν μέτρα ενεργειακής αναβάθμισης για την μείωση της απαιτούμενης ενέργειας του κτιρίου, τα οποία αναλύονται στο επόμενο κεφάλαιο.

5. Μέτρα ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου βιοκλιματικής

Σε αυτή την ενότητα, θα δημιουργήσουμε μια σειρά από σενάρια με μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας και εγκατάσταση συστημάτων παραγωγής ενέργειας για το υπό μελέτη κτίριο. Στόχος είναι να καταλήξουμε διαδοχικά σε ενεργειακή κλάση «A+», δηλαδή σε κτίριο σχεδόν μηδενικής ενέργειας.

5.1 Σενάριο 1

5.1.1 Μέτρα

Όπως βλέπουμε από την ενεργειακή επιθεώρηση για το κτίριο της βιοκλιματικής, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για χρήση φωτισμού είναι $169,6 \text{ kWh/m}^2$, ενώ στο κτίριο αναφοράς $123,5 \text{ kWh/m}^2$, δηλαδή 37,33% παραπάνω σε σχέση με το κτίριο αναφοράς. Γι' αυτό, τα μέτρα που θα εφαρμόσουμε σε αυτό το σενάριο έχουν ως στόχο τη μείωση κατανάλωσης ενέργειας στο φωτισμό.

Το πρώτο μέτρο έχει να κάνει με την αντικατάσταση λαμπτήρων. Η νέα τεχνολογία στον τομέα του φωτισμού είναι οι λαμπτήρες led. Γι' αυτό θα επιλέξουμε τέτοιου είδους λαμπτήρες. Μετά από έρευνα αγοράς βρήκαμε λαμπτήρες led ρυθμιζόμενους (dimnable) με πυκνότητα ισχύος $2,5 \text{ W/m}^2/100\text{lx}$. Ο λαμπτήρας φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 17

Η απαιτούμενη στάθμη φωτισμού για γραφεία παραμένει σταθερή. Συνεπώς η νέα εγκατεστημένη ισχύς μετά την ενεργειακή αναβάθμιση θα είναι:

$$P=52,40 \text{ m}^2 \cdot 2,5 \text{ W/m}^2/100\text{lx} \cdot 500\text{lx}= 655 \text{ W ή } 0,655 \text{ kW}$$

Όσον αφορά στο φωτισμό ο ΚΕΝΑΚ δίνει μεγάλη έμφαση στους αυτοματισμούς. Όπως είπαμε παραπάνω μπορούμε να λάβουμε υπόψη μας το ποσοστό φυσικού φωτισμού και με τη χρήση κατάλληλων αυτοματισμών να βελτιώσουμε την κατανάλωση σε φωτισμό. Από τους παρακάτω πίνακες της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, βλέπουμε τους συντελεστές αυτοματισμών που σχετίζονται με την αξιοποίηση φυσικού φωτισμού και την απουσία ή παρουσία χρηστών. Για να εφαρμόσουμε αυτοματισμό αξιοποίησης πρέπει σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 να ελέγχεται τουλάχιστον το 60% της εγκατεστημένης ισχύος από τέτοιους αυτοματισμούς.

Διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού	F ₀
Χειροκίνητος έλεγχος φωτισμού, για όλες τις χρήσεις κτηρίων	1,0
Αυτόματος έλεγχος φωτισμού (με αισθητήρα φυσικού φωτισμού) για όλες τις χρήσεις κτηρίων εκτός εκπαίδευσης και περιθαλψής	0,9
Αυτόματος έλεγχος φωτισμού (με αισθητήρα φυσικού φωτισμού) για κτήρια εκπαίδευσης και περιθαλψής	0,8

Πίνακας 35: Τυπικές τιμές συντελεστή επίδρασης φυσικού φωτισμού λόγω ύπαρξης αυτοματισμών

Από τον πίνακα 36 βλέπουμε ότι βέλτιστος συντελεστής για τον αυτοματισμό παρουσίας ή απουσίας χρηστών είναι αυτός με χειροκίνητη έναυση και αυτόματη σβέση.

Συστήματα χωρίς αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας ή απουσίας	F ₀
Χειροκίνητος διακόπτης (αφής / σβέσης)	1,00
Χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης) και πρόσθετη αυτόματη ένδειξη για συνολική σβέση	0,95
Συστήματα με αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας ή απουσίας	F ₀
Αυτόματη έναυση / ρύθμιση φωτεινής ροής	0,95
Αυτόματη έναυση και σβέση	0,90
Χειροκίνητη έναυση / ρύθμιση φωτεινής ροής	0,90
Χειροκίνητη έναυση / αυτόματη σβέση	0,80

Πίνακας 36: Τυπικές τιμές συντελεστή παρουσίας ή απουσίας χρηστών

Για την επίτευξη αυτού του αυτοματισμού, θα γίνει τοποθέτηση 5 αισθητήρων παρουσίας και αξιοποίησης φυσικού φωτισμού της εταιρίας Schneider Electric. Οι συγκεκριμένοι αισθητήρες είναι οι ARGUS 360 (εικόνα 18) (Παράρτημα Β) με δυνατότητα χειροκίνητης ή αυτόματης έναυσης, όπου σε συνδυασμό με τις ρυθμιζόμενες λάμπες led έχουμε μία σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

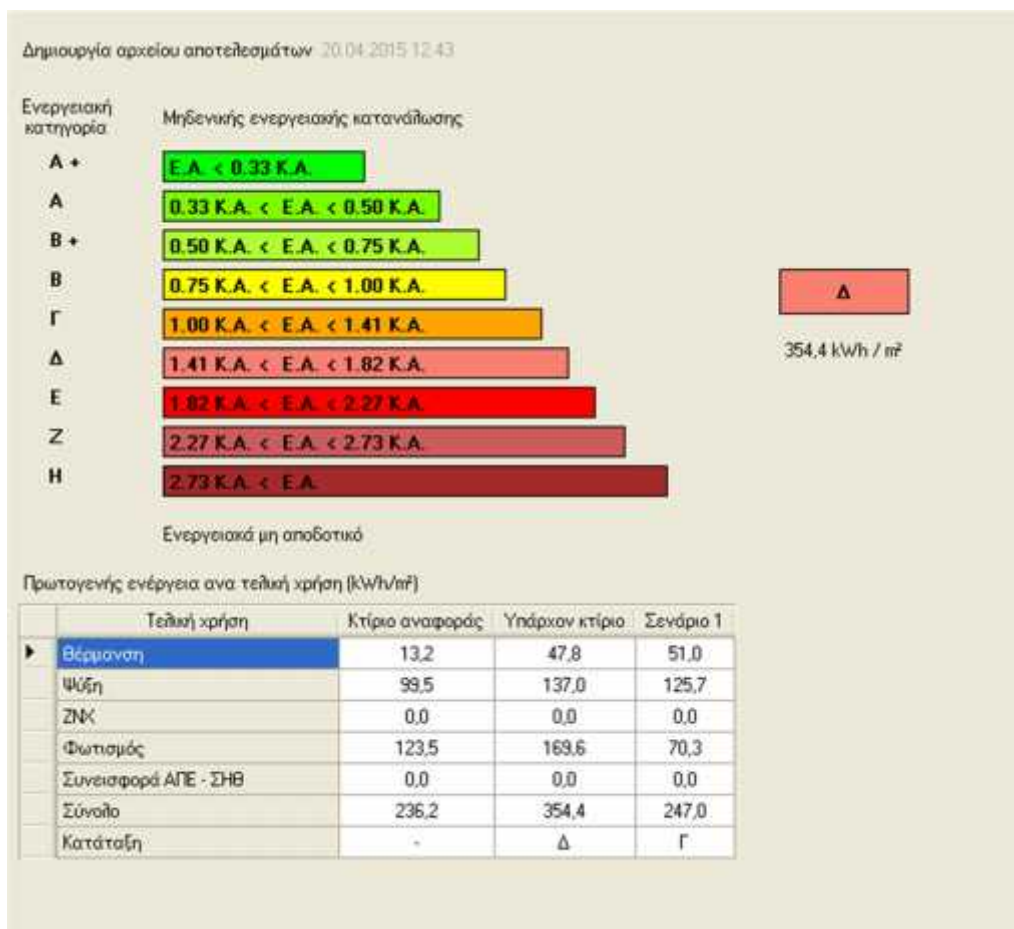
Η τοποθέτηση των αυτοματισμών για το κτίριο της βιοκλιματικής έγινε έτσι ώστε καλύπτεται το 100% της εγκατεστημένης ισχύος από τους κατάλληλους αισθητήρες.



Εικόνα 18

5.1.2 Αποτελέσματα ενεργειακής αναβάθμισης

Αφού εισάγαμε τα παραπάνω δεδομένα στο λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ και εκτελέσαμε τους υπολογισμούς, προκύπτει ότι το κτίριο αναβαθμίζεται ενεργειακά σε κατηγορία «Γ» (εικόνα 19).



Εικόνα 19

Από την παραπάνω εικόνα παρατηρούμε ότι έχουμε μία μείωση της κατανάλωσης στο φωτισμό σε ποσοστό 58,55%. Παράλληλα παρατηρούμε μία μικρή αύξηση στη θέρμανση (6,70%) και μικρή μείωση στην ψύξη (8,25%). Αυτό οφείλεται στην αντικατάσταση των λαμπτήρων. Οι παλιοί λαμπτήρες προσφέρουν ένα ποσό θερμότητας στη θέρμανση του κτιρίου (μεγαλύτερο σε σχέση με τους λαμπτήρες led). Συνεπώς με την αντικατάσταση αφού μειώνεται η εγκατεστημένη ισχύς του φωτισμού, αυξάνεται η απαίτηση σε θέρμανση και μειώνεται η απαίτηση σε ψύξη.

Σε αυτό το σενάριο, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας είναι 247 kWh/m² δηλαδή έχουμε μία μείωση 30,30% σε σχέση με το υπάρχον κτίριο.

5.1.3 Τεχνοοικονομική ανάλυση

Το κόστος επένδυσης για τα παραπάνω μέτρα έχει ως εξής:

– Λαμπτήρες led	10 τμχ* 7,50€/τμχ=	75,00 €
– Αισθητήρες	5 τμχ*82,40€/τμχ=	412,00 €
– Έξοδα τοποθέτησης		63,00 €
– Σύνολο		550, 00 €

Επιπλέον όπως βλέπουμε από την καρτέλα (εικόνα 20) για την τεχνοοικονομική ανάλυση του σεναρίου 1, η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης είναι 2,5 έτη. Συνεπώς πρόκειται για μία συμφέρουσα επένδυση.

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶ Λειτουργικά κόστη (€)		484,9	714,1	493,9
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)				550,0
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)				107,4
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)				30,3
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)				0,1
Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)				36,9
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)				2,5

Εικόνα 20

5.2 Σενάριο 2

5.2.1 Μέτρα

Στο επόμενο σενάριο θα δούμε πως μπορούμε να μειώσουμε την κατανάλωση ενέργεια στη θέρμανση και στην ψύξη αφού οι απαιτήσεις είναι πολύ υψηλές σε σχέση με το κτίριο αναφοράς. Έτσι το μέτρο που προτείνεται σε αυτό το σενάριο είναι η αντικατάσταση της τοπικής αντλίας θερμότητας (air condition). Η αντλία θερμότητας χρησιμοποιείται τόσο για θέρμανση όσο και για ψύξη.

Μετά από σχετική αναζήτηση στο διαδίκτυο, καταλήξαμε σε μία τελευταίας τεχνολογίας αντλία θερμότητας που θα αποδίδει την ίδια ισχύ (περίπου 12000 Btu). Η συγκεκριμένη αντλία είναι η LG H12AL.NSM. Πρόκειται για συσκευή ενεργειακής κλάσης «A+++» (Παράρτημα Β).



Εικόνα 21

Πιο αναλυτικά τα τεχνικά χαρακτηριστικά που μας έκαναν να επιλέξουμε την συγκεκριμένη αντλία είναι τα εξής:

- Υψηλός εποχικός συντελεστής επίδοσης SCOP: 5,3
- Υψηλός δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας SEER: 9,2
- Τεχνολογία Inverter
- Ενεργός έλεγχος ενέργειας, ο οποίος ρυθμίζει το επίπεδο κατανάλωσης ενέργειας και την απόδοση ψύξης προσαρμόζοντας τη λειτουργία του συμπιεστή

Επιπλέον διαθέτει:

- Αθόρυβη λειτουργία (17dB)
- Ιονιστή Plasmaster Plus
- Λειτουργία 4 Way Swing που εκτοξεύει αέρα γρήγορα και αποτελεσματικά προς κάθε κατεύθυνση
- WiFi ready όπου επιτρέπει τον τηλεχειρισμό του κλιματιστικού χρησιμοποιώντας έξυπνες συσκευές διαδικτύου (smartphone, tablet κ.α.)

Συγκεντρωτικά, τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κλιματιστικού φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

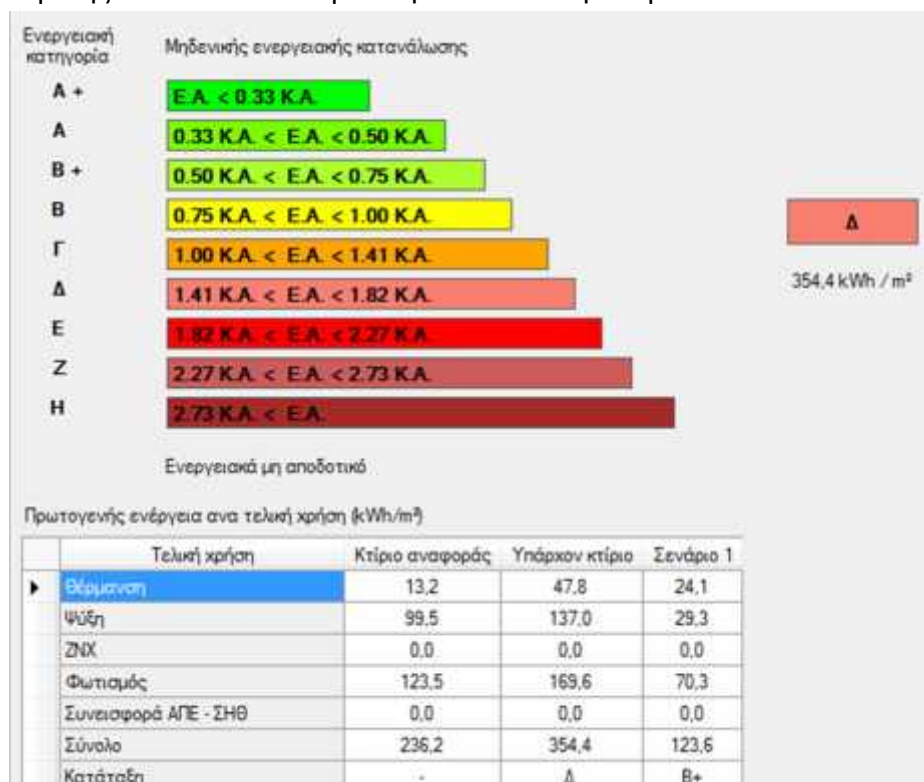
Χαρακτηριστικά τοπικής αερόψυκτης Α.Θ.- LG H12AL.NSM	
Cooling capacity	3.50 kW
Input power	0.380 kW
EER	9.2
Heating capacity	4.00 kW
Input power	0.755 kW
COP	5.3

Πίνακας 37

Ένα επιπλέον στοιχείο που μας ενδιαφέρει εκτός από τα παραπάνω χαρακτηριστικά, για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου είναι και η λειτουργία inverter που αυξάνει την κατηγορία διατάξεων έλεγχου και αυτοματισμού από τύπου «Δ» σε τύπου «Β».

5.2.2 Αποτελέσματα ενεργειακής αναβάθμισης

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα, εκτελέσαμε το 2^ο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης και τα αποτελέσματα φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 22

Με το 2^ο σενάριο βλέπουμε μία σημαντική αναβάθμιση του κτιρίου σε κατηγορία «B+». Παρατηρούμε σημαντικές μειώσεις στην ψύξη (78,61%) και θέρμανση (49,58%). Ιδιαίτερα μεγάλη είναι στην ψύξη, το οποίο οφείλεται στον υψηλό βαθμό SEER (9,2).

Σε σχέση με το υπάρχον κτίριο η μείωση της πρωτογενούς ενέργειας είναι 123,6 kWh/m², δηλαδή υπάρχει μείωση 65,12%, ενώ ο λόγος T (E_{ΣΕΝ2}/E_{Κ.Α.}) είναι 0,52 όπου κατατάσσει το κτίριο μας στην κατηγορία «B+»

5.2.3 Τεχνοοικονομική ανάλυση

Μετά από έρευνα αγοράς, βρήκαμε ότι η χαμηλότερη τιμή για την απόκτηση του συγκεκριμένου κλιματιστικού είναι 850 €. Αν προσθέσουμε και το κόστος επένδυσης για το φωτισμό τότε το συνολικό κόστος επένδυσης είναι 1400 €.

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής				
	Εξοκονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
►	Λειτουργικό κόστος (€)	484,9	714,1	247,0
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			1.400,0
	Εξοκονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			230,7
	Εξοκονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			65,1
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,1
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			77,3
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			3,0

Εικόνα 23

Από την καρτέλα οικονομοτεχνικής ανάλυσης παρατηρούμε ότι η περίοδος αποπληρωμής είναι 3,0 έτη, η οποία είναι ελαφρώς αυξημένη σε σχέση με το 1^ο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης. Παρολαυτά είναι και αυτή μία συμφέρουσα επένδυση.

5.3 Σενάριο 3

5.3.1 Μέτρα

Όπως προκύπτει και από τον ορισμό που δίνει η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2010/31/ΕΕ για τα κτίρια σχεδόν μηδενικής, «...η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται θα πρέπει να συνίσταται σε πολύ μεγάλο βαθμό σε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, περιλαμβανομένης της παραγομένης επιτόπου ή πλησίον του κτιρίου».

Συνεπώς, στο 3^ο σενάριο περιλαμβάνει επιπλέον την εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Όσον αφορά στο λογισμικό TEE KENAK δε λαμβάνει υπόψη του στους υπολογισμούς στην εγκατάσταση ανεμογεννήτριας. Άρα θα εξετάσουμε την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελς στο δώμα του κτιρίου της βιοκλιματικής.

Όπως έχουμε δει παραπάνω το κτίριο της βιοκλιματικής αποτελείται σε ένα ποσοστό από στέγη με κεραμίδι με προσανατολισμό το βορρά και ένα μικρότερο ποσοστό με ελεύθερο δώμα. Επειδή δεν ήταν δυνατή η εγκατάσταση αρκετών πάνελς, έπρεπε να αναζητήσουμε πάνελ τα οποία θα έχουν υψηλή ισχύ και υψηλή απόδοση. Έτσι καταλήξαμε σε πάνελ S19L290 (Εικόνα 21) της εταιρίας Aleo Solar. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του πάνελ που απαιτούνται για το λογισμικό TEE KENAK φαίνονται στον παρακάτω πίνακα, τα πλήρη τεχνικά χαρακτηριστικά παρουσιάζονται στο παράρτημα Β.

Χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκού πάνελ S19L290	
Ονομαστική ισχύς, P	290 W
Απόδοση, η	17,6%
Μήκος x πλάτος x ύψος	1660mmx990mmx50mm
Υλικό κυψελών	Μονοκρυσταλλικό Si

Πίνακας 38



Εικόνα 24

Όπως φαίνεται από την εγκατάσταση των πάνελς που πραγματοποιήσαμε σε 3D προσομοίωση μπορούμε να τοποθετήσουμε 4 πάνελς στο δώμα με νότιο προσανατολισμό.



Εικόνα 25

Επιπλέον για την απόδοση των πάνελς θεωρήσαμε ένα χαμηλότερο συντελεστή από τον ονομαστικό συντελεστή του κατασκευαστή, αφού σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1 η μέση πραγματική απόδοση για τα κλιματικά δεδομένα της Ελλάδας, κυμαίνεται περίπου 15% χαμηλότερα από την ονομαστική απόδοση του κατασκευαστή. Άρα για την εγκατάστασή μας, ο συντελεστής απόδοσης είναι:

$$\eta = 17,6\% * (1 - 0,15) = 15,0\%$$

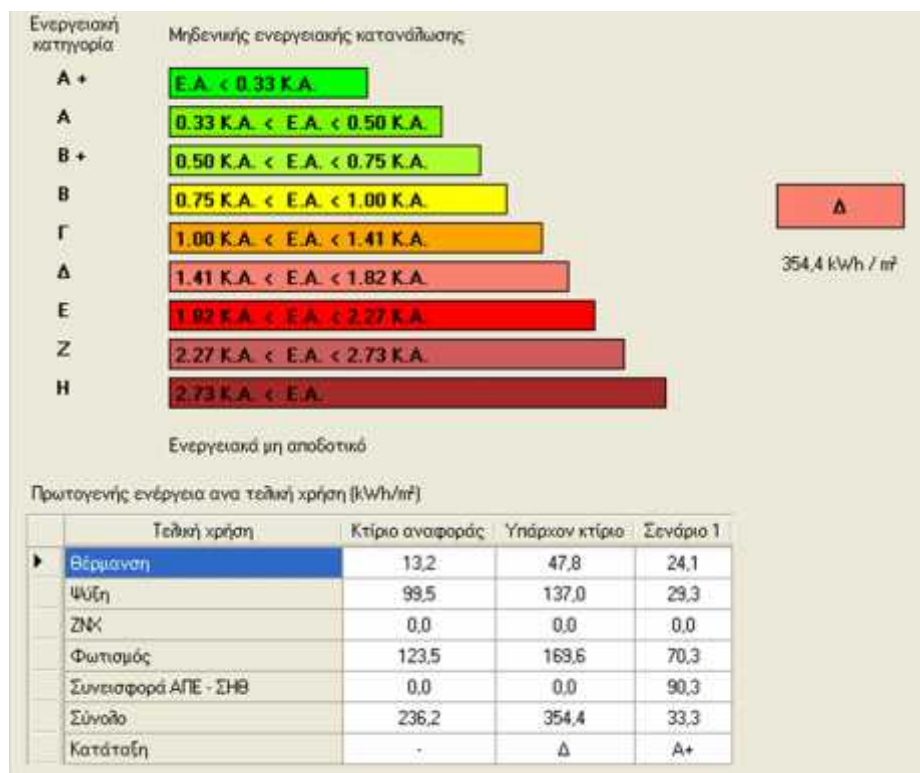
Επίσης, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1, στο πίνακα 39 δίνονται ενδεικτικές τιμές της βέλτιστης κλίσης εγκατάστασης Φ/Β πλαισίων για διάφορα γεωγραφικά πλάτη της Ελλάδας. Το κτίριο της βιοκλιματικής βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος $\phi = 35,3^\circ$, άρα θα επιλέξουμε γωνία κλίσης των πάνελς 25° σε ετήσια βάση αφού το λογισμικό μας επιτρέπει την εισαγωγή μόνο σε ετήσια βάση.

Γεωγραφικό πλάτος περιοχής (ϕ) σε ($^\circ$)	Θερινή περίοδος	Ετήσια περίοδος	Χειμερινή περίοδος
$\phi = 35,0^\circ$	7	25	44
$\phi = 36,0^\circ$	8	26	45
$\phi = 37,0^\circ$	9	27	46
$\phi = 38,0^\circ$	10	28	47
$\phi = 39,0^\circ$	11	29	48
$\phi = 40,0^\circ$	12	30	49
$\phi = 41,0^\circ$	13	31	50

Πίνακας 39

5.3.2 Αποτελέσματα ενεργειακής αναβάθμισης

Αφού «τρέξαμε» το 3^ο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης, τα αποτελέσματα είναι εντυπωσιακά όπως φαίνεται στην εικόνα



Εικόνα 26

Όπως βλέπουμε στην εικόνα 26, λόγω των φωτοβολταϊκών πάνελς υπάρχει συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ στην πρωτογενή ενέργεια ανά τελική χρήση 90,3 kWh/m². Το κτίριο αναφοράς θεωρεί ο ΚΕΝΑΚ ότι δεν έχει συνεισφορά από ΑΠΕ- ΣΗΘ. Συνεπώς η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών πάνελς «εκτοξεύει» το κτίριο της βιοκλιματικής σε «A+» ενεργειακή κατηγορία. Σε πρωτογενή ενέργεια αυτό σημαίνει ότι το κτίριο της βιοκλιματικής μετά την εγκατάσταση και των φωτοβολταϊκών πάνελς θα καταναλώνει 33,3 kWh/m², δηλαδή $T=33,3/236,2=0,14$ σε σχέση με το κτίριο αναφοράς.

5.3.3 Τεχνοοικονομική ανάλυση

Το κόστος επένδυσης για τα παραπάνω μέτρα έχει ως εξής:

– Φωτοβολταϊκά πανελς	4 τμχ* 270€/τμχ=	1080,00 €
– Inverter		500,00 €
– Έξοδα ηλεκτρολόγου		800,00 €
– Μέτρα σεναρίου 2		1400,00 €
– Σύνολο		3780,00 €

Από την καρτέλα της τεχνοοικονομικής προκύπτει ότι έχουμε περίοδο αποπληρωμής 5,8 έτη. Μπορεί να είναι αυξημένος ο χρόνος αποπληρωμής σε σχέση με τα προηγούμενα 2 σενάρια αλλά αφενός είναι ένα διάστημα που καθιστά την επένδυση βιώσιμη και αφετέρου το κτίριο μας αναβαθμίζεται σε κτίριο κατηγορίας «Α+».

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶ Λειτουργικό κόστος (€)		484,9	714,1	65,1
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)				3.780,0
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)				321,1
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)				90,6
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)				0,2
Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)				107,7
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)				5,8

Εικόνα 27

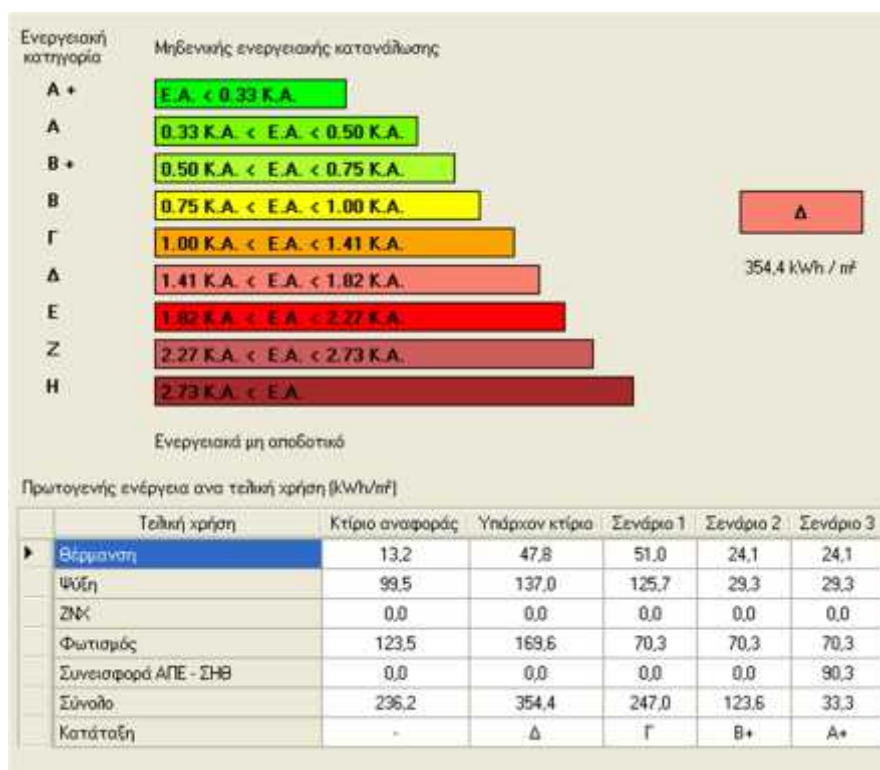
6. Σύνοψη αποτελεσμάτων

Σε αυτό το κεφάλαιο θα συνοψίσουμε τα παραπάνω αποτελέσματα για την καλύτερη κατανόηση τους. Όπως βλέπουμε από τον πίνακα που ακολουθεί, αρχικά έγινε η ενεργειακή επιθεώρηση στο υφιστάμενο κτήριο για να δούμε την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου ενώ στη συνέχεια έγιναν επεμβάσεις διαδοχικά έως ότου καταλήξουμε σε κτήριο σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης (A+).

Μέτρα επεμβάσεων στο κτίριο της βιοκλιματικής	
Υπάρχον κτίριο	-
Σενάριο 1	Αλλαγή λαμπτήρων και προσθήκη αυτοματισμών φωτισμού
Σενάριο 2	Αλλαγή λαμπτήρων, προσθήκη αυτοματισμών φωτισμού και αντικατάσταση τοπικής αντλίας θερμότητας (A/C)
Σενάριο 3	Αλλαγή λαμπτήρων, προσθήκη αυτοματισμών φωτισμού, αντικατάσταση τοπικής αντλίας θερμότητας (A/C) και εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελς

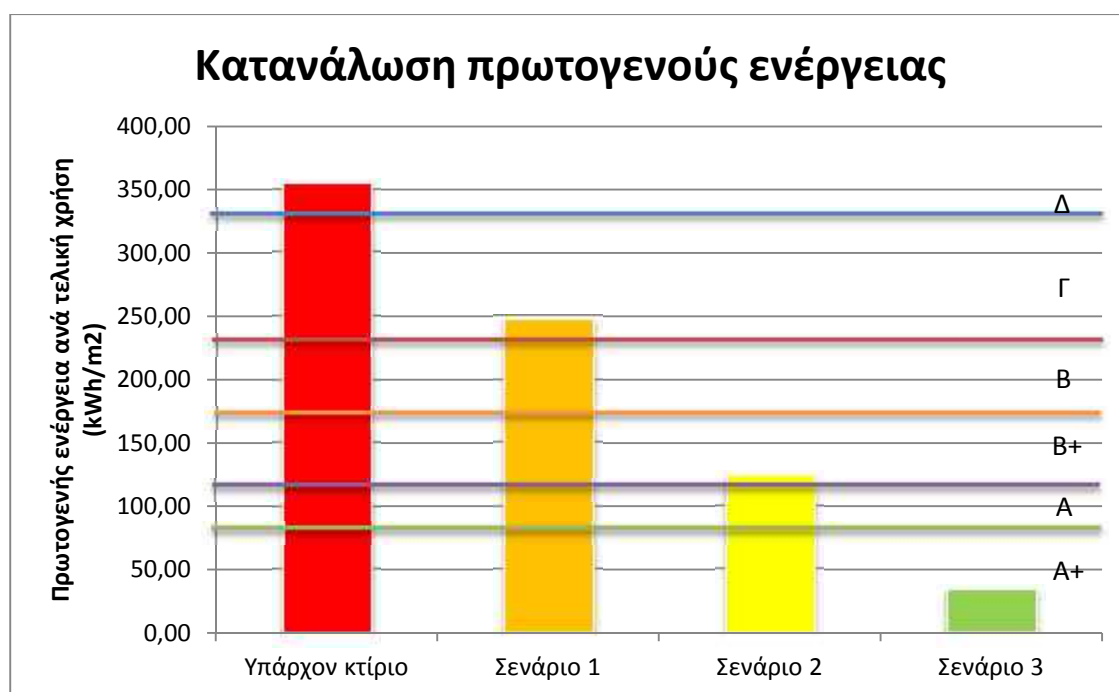
Πίνακας 40

Στην επόμενη εικόνα βλέπουμε τη συγκεντρωτική καρτέλα του λογισμικού ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ με τις καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση για το κτήριο αναφοράς, το υπάρχον κτίριο και τα 3 διαφορετικά σενάρια.



Εικόνα 28

Για να κατανοήσουμε τα παραπάνω νούμερα καλύτερα, φτιάξαμε το παρακάτω διάγραμμα, όπου παρουσιάζονται οι συνολικές καταναλώσεις ενώ με οριζόντιες χρωματιστές γραμμές φαίνεται που αλλάζει ενεργειακή κατηγορία το κτίριο της βιοκλιματικής. Μία σημαντική επισήμανση, η οποία γίνεται εύκολα αντιληπτή από το διάγραμμα είναι ότι οι ενεργειακές κατηγορίες δεν έχουν ίδιο ενεργειακό «πλάτος».



Διάγραμμα 3

Παρακάτω, ακολουθούν συγκεντρωτικά στοιχεία της τεχνοοικονομικής ανάλυσης των τριών σεναρίων σε σχέση με το υπάρχον κτίριο και την εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας σε σχέση με αυτό. Από το διάγραμμα 2 βλέπουμε ότι το αρχικό κόστος της επένδυσης αυξάνεται διαδοχικά αφού σε κάθε σενάριο προσθέταμε επιπλέον κάποια επέμβαση. Στο διάγραμμα πρωτογενούς ενέργειας (διάγραμμα 3) παρατηρούμε ότι η εξοικονόμηση ακολουθεί μια σχεδόν γραμμική πορεία. Τέλος, η πορεία του χρόνου αποπληρωμής είναι αυξανόμενη, κάτι το οποίο είναι λογικό αφού το αρχικό κόστος επένδυσης αυξάνεται από το σενάριο 1 στο σενάριο 3. Προφανώς όμως σε βάθος χρόνου η κέρδος σε ενέργεια συνεπώς και σε χρήμα θα είναι πολύ μεγαλύτερο στο σενάριο 3.

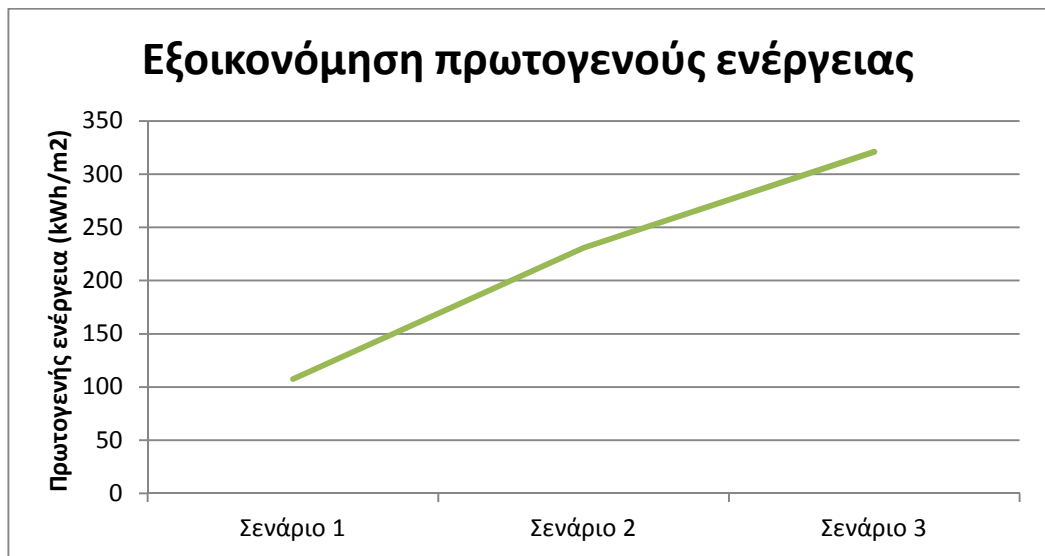
Κόστη και περίοδος αποπληρωμής

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	484,9	714,1	493,9	247,0	65,1
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			550,0	1.400,0	3.780,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²)			107,4	230,7	321,1
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			30,3	65,1	90,6
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,1	0,1	0,2
	Μείωση εκπομπών CO2 (Kg/m²)			36,9	77,3	107,7
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			2,5	3,0	5,8

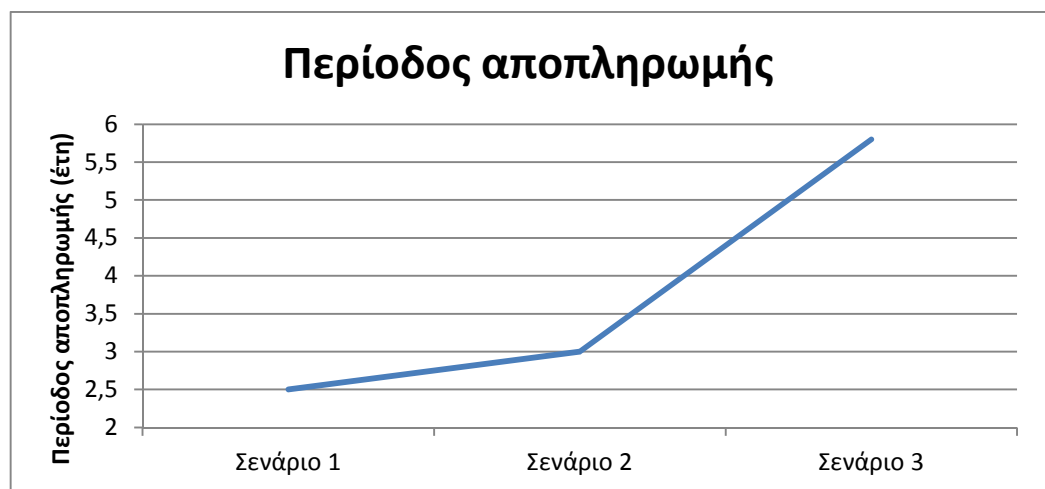
Εικόνα 29



Διάγραμμα 4



Διάγραμμα 5



Διάγραμμα 6

7. Συμπεράσματα

Όπως προέκυψε από την ενεργειακή επιθεώρηση, το κτίριο της βιοκλιματικής, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία «Δ». Κατόπιν εφαρμόσαμε τρία διαφορετικά σενάρια μέχρι να καταλήξουμε σε κτίριο κατηγορίας A+ (μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης).

Στο πρώτο σενάριο κάναμε επεμβάσεις σε σχέση με το φωτισμό, οι οποίες βελτίωσαν την ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου από «Δ» σε «Γ».

Στο δεύτερο σενάριο προσθέσαμε επιπλέον στο σενάριο 1, μία νέα τοπική αντλία θερμότητας (κλιματιστικό) με πολύ βελτιωμένους συντελεστές SEER και SCOP. Η συμβολή της αντλίας θερμότητας είναι σημαντική τόσο στη θέρμανση αλλά πολύ περισσότερο στην ψύξη. Με αυτό το σενάριο επεμβάσεων, το υπό μελέτη κτίριο αναβαθμίζεται σε κατηγορία «B+».

Στο τρίτο και τελευταίο σενάριο, εγκαταστήσαμε επιπλέον φωτοβολταϊκά πάνελς στο κτίριο, αφενός γιατί εξορισμού τα κτίρια μηδενικής κατανάλωσης πρέπει να έχουν εγκατεστημένες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και αφετέρου επειδή βοηθάει εξαιρετικά στην ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου και το κατατάσσει στην ενεργειακή κατηγορία «A+».

Το αρχικό κόστος επένδυσης όπως και η απλή περίοδος αποπληρωμής είναι αυξανόμενα από το σενάριο 1 προς το σενάριο 3. Και τα τρία σενάρια κρίνονται ως συμφέρουσες επενδύσεις αφού οι περίοδοι αποπληρωμής είναι χαμηλές.

Το τελικό σενάριο που επιλέγουμε για την ενεργειακή αναβάθμιση είναι το σενάριο 3 για δύο λόγους. Ο πρώτος λόγος είναι ότι πετυχαίνουμε να κατατάξουμε το κτίριο βιοκλιματικής σε ενεργειακή κατηγορία «A+» (κτίριο σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης) όπως προβλέπει η ευρωπαϊκή οδηγία, ενώ ο δεύτερος λόγος ότι η επένδυση κρίνεται βιώσιμη.

8. Βιβλιογραφία

1. ΤΟΤΕΕ 20701-1
2. ΤΟΤΕΕ 20701-2
3. ΤΟΤΕΕ 20701-3
4. Παπαθανασίου Φώτης, Σαρακενίδης Λεωνίδα, «Διερεύνηση δυνατοτήτων εφαρμογής της θεωρημένης οδηγίας ενεργειακής συμπεριφοράς κτιρίων σε πανεπιστημιακό κτίριο του ΑΠΘ», Διπλωματική Εργασία ΗΜΜΥ
1. EPBD recast
2. Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων
3. A.J. Marszal, P.Heiselberg, J.S Bourelle, E.Musall, K.Voss, I. Sartori, A. Napolitano «Zero Energy Building- A review of definitions and calculation methodologies”
4. Kyoto Protocol
5. Paolo Bertoldi και Silvia Rezessy, «Energy Service Companies in Europe»
6. Οδηγία 2003/87/ΕΚ
7. Directive 2002/91/EC
8. Directive 2010/31/EU
9. Directive 2006/32/EC
10. Directive 2004/8/EC
11. Directive 2010/30/EU
12. Directive 2009/125/EC
13. Decision 2006/1005/EC
14. Directive 2000/55/EC
15. www.ypeka.gr
16. www.cres.gr
17. es.europa.eu

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΠΙΝΑΚΕΣ

Στοιχεία εξωτερικών αδιαφανών και σε επαφή με το έδαφος επιφανειών για το κτίριο βιοκλιματικής										
Επιφάνεια	μήκος (m)	ύψος/πλάτος (m)	Αολ (m ²)	Ααν (m ²)	Ααδ (m ²)	Ασκ (m ²)	Ατοιχ (m ²)	Υσκ (W/m ² .K)	Υτοιχ (W/m ² .K)	Υεπ (W/m ² .K)
T1 (NA)	5,95	3,05	18,15	5,67	12,48	2,25	10,23	1,00	0,85	0,88
T2 (N)	1,96	3,05	5,98	1,95	4,03	0,73	3,30	1,00	0,85	0,88
T3 (ΝΔ)	5,95	3,05	18,15	3,80	14,35	2,58	11,77	1,00	0,85	0,88
T4 (ΒΔ)	6,00	3,05	18,30	2,74	15,56	2,80	12,76	1,00	0,85	0,88
T5 (B)	2,05	3,05	6,25	2,19	4,07	0,73	3,34	1,00	0,85	0,88
T6 (BA)	5,96	3,05	18,18	2,33	15,85	2,85	13,00	1,00	0,85	0,88
ΝΟΤΙΟΣ ΤΟΙΧΟΣ			12,93	7,97	4,96	4,96	0,00	3,65	0,85	3,65
Δάπεδο επί εδάφους			52,40							3,10
Δώμα			19,36							1,05
Κεραμοσκεπή			26,42							3,05

ολ = Ολική επιφάνεια
αν = Ανοίγματα
σκ = Σκυρόδεμα
τοιχ = Τοιχοποιία
αδ=Αδιαφανείς επιφάνειες

μ	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	μ (m)	μ (m)	μ (°)						
	a	b	c	d	g	e	f	μ		f_hor_h	f_hor_c		f_hor_h	f_hor_c
T4	3,05				0,15	3,50	5	316	44,8	0,824	0,705			
A7			0,90	1,36	0,15	3,50	5	316				41,2	0,832	0,726
A8			0,92	1,40	0,15	3,50	5	316				40,7	0,832	0,729
A9			1,31	1,00	0,15	3,50	5	316				42,5	0,829	0,718

μ	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	μ	()								
								f_ov_h	f_ov_c	f_ov_h	f_ov_c	f_ov_h	f_ov_c		
5	3,04					0,7	0	24,7	0,812	0,842					
2	3,04	2,30			0,15	0,7	0				24,2	0,816	0,845		
6	3,04					0,7	46	24,7	0,832	0,832					
10	3,04		1,30	0,99	0,15	0,7	46						31,3	0,790	0,789
11	3,04		1,30	0,99	0,15	0,7	46						31,3	0,790	0,789
4	3,04					0,7	316	24,7	0,831	0,832					
8	3,04		0,92	1,40	0,15	0,7	316						35,8	0,755	0,754
7	3,04		0,90	1,36	0,15	0,7	316						34,6	0,762	0,763
9	3,04		1,3	0,99	0,15	0,7	316						31,3	0,789	0,790

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ

ARGUS 300



GB

DE

FI

IT

RU

FR

LV

ES

RO

EL

LT

PT

HU

ET

BG

SK

Schneider Electric Industries SAS

If you have technical questions, please contact the Customer Care Center in your country.

www.schneider-electric.com

This product must be installed, connected and used in compliance with prevailing standards and/or installation regulations. As standards, specifications and designs develop from time to time, always ask for confirmation of the information given in this publication.

V5643-561-01 03/08

MTN5643..

Τεχνικά στοιχεία



Προσοχή! Η λειτουργία είναι δυνατή με ημιτονοειδείς κύριες τάσεις τροφοδοσίας. Οι ρεοστάτες ελέγχου φάσης ή οι αντιστροφείς με καμπίλες κάτω ορθογωνικού σήματος ή τριμικροεξιδούς μορφής προκαλούν ζημιές στη συσκευή.

Κύρια τάση τροφοδοσίας:	AC 230 V \pm 10%, 50 Hz.
Μέγ. ρεύμα ενεργοποίησης:	16 A AC 230 V, $\cos \varphi = 0,5$
Ονομαστική ισχύς:	
Λυχνίες πυράκτωσης AC 230 V:	Μέν. 3000 W
Λυχνίες αλογόνου AC 230 V:	Μέν. 2500 W
Λυχνίες φθορισμού AC 230 V:	Μέν. 1200 W, χωρίς ανπατάθμιση
Χωρητικό φορτίο:	Μέν. 140 μ F
Κατανάλωση ισχύος:	< 1 W
Ακροδέκτες σύνδεσης:	Για άκαμπτους αγωγούς 2 x 1,5 mm ² ή 2 x 2,5 mm ² , υψός απογύμνωσης 13 mm
Εξωτερική διάμετρος ενός καλωδίου:	Μέν. 14,5 mm
Περιοχή ανίχνευσης:	300°
Εύρος:	Μέν. 18 m
Πλήθος επιπέδων:	7
Πλήθος ζωνών:	123 με 482 στοιχεία ενεργοποίησης
Ελάχιστο ύψος τοποθέτησης:	1,7 m
Προτεινόμενο ύψος τοποθέτησης:	2,5 m
Ευαισθησία:	Αδιαβάθμιτη ρύθμιση

Αισθητήρας φωτός

Αδιαβάθμιτη ρύθμιση,
564319: περ. 3–1000 lux,
564315: περ. 5–1000 lux

Χρονική διάρκεια ενεργοποίησης:

Δυνατότητα ρυθμίσεως σε 6 επίπεδα από περ. 1 s - 8 m n

Ουδέτερος αγωγός:

Απαιτείται

Πιθανές ρυθμίσεις για κεφαλή αισθητήρα:


Μπορεί να περιστραφεί 30° δεξιά ή αριστερά, μπορεί να τεθεί 45° δεξιά και αριστερά

Τύπος προστασίας:

IP 55

Οδηγίες ΕΚ:

Οδηγία χαμηλής τάσης 73/23/ΕΟΚ και οδηγία EMC 89/336/ΕΟΚ




ENERG


енергия · ενεργεια

Y
IJA

IE
IA



LG H12AL_{UE1} / H12AL_{NSM}

SEER 

A⁺⁺⁺

A⁺⁺

A⁺

A

B

C


D

A⁺⁺⁺

kW **3.5**

SEER **9.2**

kWh/annum **132**

SCOP 

A⁺⁺⁺

A⁺⁺

A⁺

A


B


C


D

A⁺⁺⁺

kW	X	3.8	X
SCOP	X	5.3	X
kWh/annum	X	985	X

 **58dB**

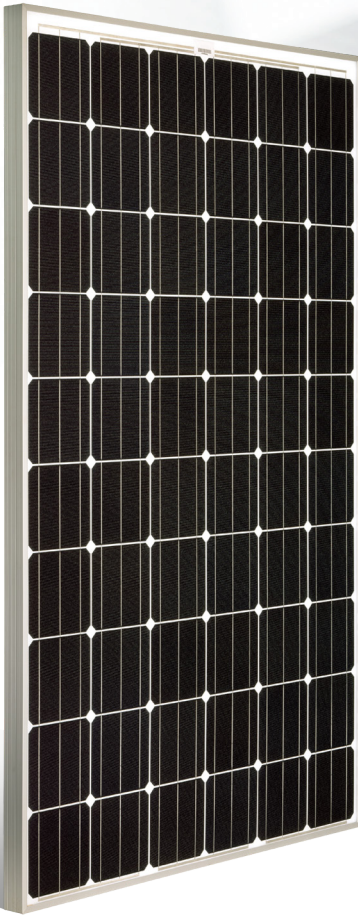
 **68dB**



ENERGIA · ЕНЕРГИЯ · ΕΝΕΡΓΕΙΑ · ENERGIJA · ENERGY · ENERGIE · ENERGI

626/2011

MEZ64820337



Now available
with 290 W

Ισχυρή απόδοση

Χάρη σε ένα μοναδικό συνδυασμό υλικών, τα High Efficiency Φ/Β πλαίσια της aleo solar έχουν ιδιαίτερα υψηλή απόδοση. Με το High Efficiency, aleo S19 προσφέρεται η μέγιστη απόδοση σε σχέση πάντα με τη μικρή συνολική έκταση που απαιτείται. Αυτό επίσης σημαίνει, λιγότερη προσπάθεια και λιγότερα υλικά για την εγκατάσταση. Η συγκεκριμένη αύξηση της παραγωγικής ικανότητας και οι μακροπρόθεσμα υψηλές αποδόσεις του aleo S19 διασφαλίζουν την αποτελεσματική λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος. Η ποιότητα των πάνελ της aleo ελέγχεται και επιβεβαιώνεται συνεχώς από ανεξάρτητα ιδρύματα. Τα πάνελ της aleo ταξινομούνται θετικά με βάση την απόδοσή τους. Για την απόδοση του πάνελ η aleo solar προσφέρει εγγύηση 25 ετών. Η εγγύηση προϊόντος ανέρχεται σε 10 χρόνια.



High Efficiency

Αποδοτική εκμετάλλευση ηλιακού φωτός, χάρη στον ιδανικό συνδυασμό των υλικών κατασκευής του Φ/Β πλαισίου



Πλήρης διαχείριση ποιότητας

Κατασκευή σύμφωνα με διεθνή ποιοτικά και περιβαλλοντικά πρότυπα, όπως π.χ. τα ISO 9001 και ISO 14001, καθώς και αυστηροί εσωτερικοί έλεγχοι



Παγκοσμίως γνωστό και πιστοποιημένο

BABT (MCS), VDE (IEC 61215 έκδ. 2, IEC 61730-1 έκδ. 1 και IEC 61730-2 έκδ. 1),

APPROVED PRODUCT



Τα πάνελ μας – Εγγυημένη ποιότητα



Φωτοβολταϊκά πάνελ aleo S19

Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά (STC)			S19L280	S19L285	S19L290
Όνομαστική ισχύς	P_{MPP}	[W]	280	285	290
Όνομαστική τάση	U_{MPP}	[V]	31,2	31,3	31,3
Όνομαστικό ρεύμα	I_{MPP}	[A]	8,97	9,10	9,25
Τάση ανοικτού κυκλώματος	U_{OC}	[V]	39,2	39,2	39,3
Ρεύμα βραχυκύκλωσης	I_{SC}	[A]	9,67	9,73	9,80
Απόδοση	η	[%]	17,0	17,3	17,6

Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά σε τυπικές συνθήκες δοκιμών (STC): 1000 W/m²; 25°C; AM 1,5

Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά (NOCT)			S19L280	S19L285	S19L290
Ισχύς	P_{MPP}	[W]	205	208	212
Τάση	U_{MPP}	[V]	28,4	28,4	28,4
Ρεύμα	I_{MPP}	[A]	7,21	7,33	7,45
Τάση ανοικτού κυκλώματος	U_{OC}	[V]	36,1	36,1	36,2
Ρεύμα βραχυκύκλωσης	I_{SC}	[A]	7,82	7,87	7,93
Απόδοση	η	[%]	15,6	15,8	16,1

Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά σε ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας κυψελών: 800 W/m²; 20°C; AM 1,5; άνεμος 1 m/s
NOCT: 48°C (ονομαστική θερμοκρασία λειτουργίας κυψελών)

Άλλα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά		
Μείωση της απόδοσης STC από 1000 W/m ² σε 200 W/m ²	[%] σχετ.	< 2
Εύρος ταξινόμησης (θετική ταξινόμηση)	[W]	0/+4,99

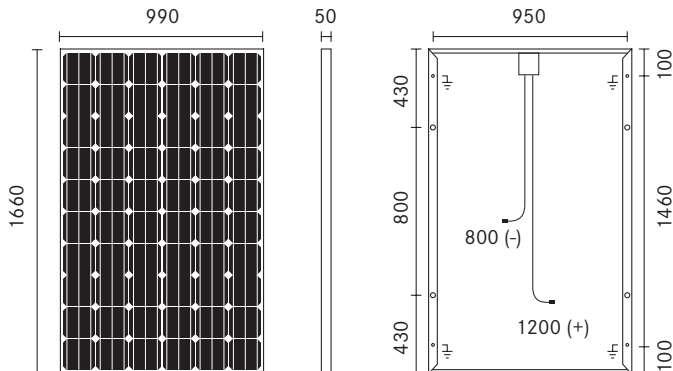
Φορτία		
Μέγιστο φορτίο πίεσης πάνελ	[Pa]	5400
Μέγιστο φορτίο ανέμου πάνελ	[Pa]	5400
Μέγιστη τάση συστήματος	[V _{DC}]	1000
Μέγιστο ρεύμα επιστροφής	I_R [A]	20

Μηχανική καταπόνηση κατά IEC/EN 61215

Συντελεστές θερμοκρασίας		
Συντελεστής θερμοκρασίας I_{SC}	$\alpha (I_{SC})$ [%/K]	+0,05
Συντελεστής θερμοκρασίας U_{OC}	$\beta (U_{OC})$ [%/K]	-0,30
Συντελεστής θερμοκρασίας P_{MPP}	$\gamma (P_{MPP})$ [%/K]	-0,43

Ακρίβεια μέτρησης P_{MPP} σε STC -3/+3% | Ακρίβεια λοιπών ηλεκτρικών τιμών -10/+10% | Βαθμός απόδοσης με βάση τη συνολική επιφάνεια των πάνελ

Διαστάσεις [mm]



Ο τοπικός εξουσιοδοτημένος αντιπρόσωπος της aleo