



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΚΥΚΛΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

*ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ*

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ  
ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ / ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ**



ΜΑΘΙΟΥΔΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

ΚΑΡΑΠΙΔΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2015

## *"ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ"*

Σε αυτό το σημείο θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή, Δρ Καραπιδάκη Εμμανουήλ για την ανάθεση και την επίβλεψη της παρούσας πτυχιακής εργασίας καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησής της.

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω τους καθηγητές του τμήματος, Δρ Μονιάκη Μύρων και Δρ Κατσαπρακάκη Δημήτριο για την σημαντική βοήθεια και τις χρήσιμες συμβουλές τους.

Μαθιουδάκης Γεώργιος

Ηράκλειο, Απρίλιος 2015

## Περίληψη

Στον κτιριακό τομέα αναλογεί μεγάλο ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας, ενώ ταυτόχρονα παρουσιάζει μεγάλα περιθώρια βελτίωσης όσο αναφορά την ενεργειακή αποδοτικότητα. Συνεπώς βρίσκεται στο επίκεντρο νομοθετικών διατάξεων για την εξοικονόμηση ενέργειας, με στόχο την επίτευξη σχεδόν μηδενικών ενεργειακών καταναλώσεων στα κτίρια.

Αντικείμενο της εν λόγω πτυχιακής εργασίας είναι η εκτίμηση και η αξιολόγηση της ενεργειακής συμπεριφοράς υφιστάμενου κτιρίου, καθώς των μέτρων και των τεχνολογιών που μπορούν να υλοποιηθούν για την εξοικονόμηση ενέργειας και την τελική αναβάθμιση του κτιρίου σε σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης. Η μεθοδολογία που θα εφαρμοστεί ορίζεται από τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ), τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε) που έχουν εκδοθεί και το πιστοποιημένο λογισμικό TEE-KENAK.

Το εξεταζόμενο κτίριο του ΤΕΙ Κρήτης ΕΝΠΙΕΤ ανήκει στην κατηγορία τριτογενούς τομέα (γραφεία), δημόσιου χαρακτήρα, το οποίο παρουσιάζει προφίλ χαμηλού αποδοτικού κτιρίου. Με την ενεργειακή επιθεώρηση που ακολουθεί αποτυπώνεται μία εικόνα της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου και στη συνέχεια αξιολογούνται οι επεμβάσεις με στόχο την ένταξή του στα κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας. Τα κριτήρια επιλογής των προτεινόμενων επεμβάσεων, είναι ενεργειακά, οικονομικά και περιβαλλοντικά.

## Summary

Buildings are responsible for 40% of energy consumption, while at the same time they make allowance to big improvements as referred to their energy efficient. Therefore, buildings are central of legislative provisions for the energy saving, with main target to achieve nearly zero energy buildings.

The main Subject of this report is to estimate and evaluate the energy performance of an existence building as well as take measures and implement technologies for the energy saving in order to transform the building into nearly zero energy consumption. The methodology that is going to be applied is defined by the Regulation for Energy Efficient of Buildings, the Technical Orders of the Technical Chamber of Greece and the certified software TEE-KENAK.

The inspected building of Technical Educational Institute of Crete, is occupied by public authorities, it is used as office which it presents a low energy efficient profile. With this energy survey, it is imprinted the energy performance of the building, followed by an evaluation of intervention in order to achieve a nearly zero energy building. The proposal interventions are selected bearing in mind energy, economically and environmental criteria.

## Πίνακας περιεχομένων

1	Εισαγωγή.....	5
1.1.	Κτιριακός τομέας στην Ευρώπη .....	5
1.2.	Κτιριακός τομέας στην Ελλάδα .....	7
2.	Κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας.....	13
2.1.	Το κτίριο ENPIET .....	13
3.	Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίου .....	16
3.1.	Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίου ENPIET με το λογισμικό TEE-KENAK .....	18
3.1.1	Γενικά χαρακτηριστικά κτιρίου .....	18
3.1.2.	Δομικά στοιχεία κτιρίου .....	25
3.1.3.	Συστήματα κτιρίου .....	38
3.2.	Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου ENPIET .....	43
4.	Ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίου.....	46
4.1.	Επεμβάσεις κτιριακού κελύφους .....	46
4.1.1.	Εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας και δώματος .....	46
4.1.2.	Αντικατάσταση κουφωμάτων.....	48
4.1.3.	Ανακλαστικά επιχρίσματα.....	50
4.2.	Επεμβάσεις φωτισμού.....	51
4.3.	Επεμβάσεις συστημάτων θέρμανσης/ψύξης .....	52
4.4.	Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών συστημάτων .....	55
4.5.	Βέλτιστο σενάριο επεμβάσεων .....	59
5.	Συμπεράσματα.....	62
6.	Βιβλιογραφία .....	64
	Παράρτημα Α – Συγκεντρωτικοί πίνακες .....	65
	Παράρτημα Β – Τεχνικά χαρακτηριστικά .....	70



# 1 Εισαγωγή<sup>1</sup>

Η συνεχόμενη αύξηση ζήτησης ενέργειας τις τελευταίες δεκαετίες στην Ευρώπη, έχει σημαντικές επιπτώσεις κυρίως στο περιβάλλον και την οικονομία. Γι' αυτό η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προβλέπει μια δέσμη ενεργειακών μέτρων ευρέος φάσματος, το «σχέδιο 20-20-20 για την κλιματική αλλαγή», δηλαδή σχέδιο επίτευξης των βασικών ενεργειακών στόχων της βιωσιμότητας, της ανταγωνιστικότητας και της ασφάλειας του ανεφοδιασμού, με τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 20%, την αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων ενεργειών στην κατανάλωση ενέργειας σε 20% και τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας κατά 20%, όλα αυτά μέχρι το 2020. Για την επίτευξη αυτών των στόχων, η Επιτροπή προτείνει ένα σχέδιο δράσης για την ενεργειακή ασφάλεια και αλληλεγγύη πέντε σημείων:

- την προώθηση των βασικών υποδομών για τις ενεργειακές ανάγκες της ΕΕ
- περισσότερη μέριμνα για την ενέργεια στις διεθνείς σχέσεις της ΕΕ
- βελτίωση των αποθεμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου και των μηχανισμών σε περίπτωση κρίσης
- ένα νέο πακέτο μέτρων για την ενεργειακή αποδοτικότητα, εστιασμένο στις βελτιώσεις της νομοθεσίας
- και καλύτερη χρήση της γηγενούς ενεργειακής παραγωγής της ΕΕ, η οποία παρέχει τώρα 46% της ενέργειας που χρησιμοποιείται στην Ευρώπη.

Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο των 11 και 12 Δεκεμβρίου 2008 συμφώνησε στη σύντομη θεσμοθέτηση του φιλόδοξου πακέτου μέτρων της Επιτροπής για την ενέργεια και το περιβάλλον.

## 1.1.Κτιριακός τομέας στην Ευρώπη<sup>2</sup>

Τα κτίρια είναι στο επίκεντρο της πολιτικής της ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση, καθώς σχεδόν το 40% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας και το 36% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αναλογεί σε κατοικίες, γραφεία, καταστήματα και άλλα κτίρια. Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στην Ευρώπη είναι ζωτικής σημασίας, όχι μόνο για την επίτευξη των στόχων της ΕΕ για το 2020, αλλά και για την επίτευξη των μακροπρόθεσμων στόχων της στρατηγικής μας για το κλίμα, που καθορίζεται στον χάρτη πορείας για τη μετάβαση σε μια ανταγωνιστική οικονομία χαμηλών επιπέδων ανθρακούχων εκπομπών το 2050.

Η οδηγία 2010/31/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων είναι η κύρια νομοθετική πράξη σε επίπεδο ΕΕ για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των

---

1 [Πηγή : Europedia.moussis.eu

Link: [http://www.europedia.moussis.eu/books/Book\\_2/6/19/04/?lang=gr&all=1&s=1&e=10](http://www.europedia.moussis.eu/books/Book_2/6/19/04/?lang=gr&all=1&s=1&e=10)

2 [Πηγή: ec.europa.eu

Link: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN->

EL/TXT/?uri=CELEX:52013DC0483R(01)&fromTab=ALL&from=EN]

κτιρίων στην Ευρώπη. Βασικό στοιχείο της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, ιδίως για την επίτευξη των εν λόγω πιο μακροπρόθεσμων στόχων, είναι τα κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (ΚΣΜΚΕ).

Σύμφωνα με το άρθρο 9 παράγραφος 3 της ΟΕΑΚ τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε:

- έως τις 31 Δεκεμβρίου 2020 όλα τα νέα κτίρια να αποτελούν κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας
- μετά τις 31 Δεκεμβρίου 2018 τα νέα κτίρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι ιδιοκτησίας τους να αποτελούν κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας.

Επιπλέον, τα κράτη μέλη οφείλουν να καταρτίσουν εθνικά σχέδια αύξησης του αριθμού των ΚΣΜΚΕ. Αυτά τα εθνικά σχέδια είναι δυνατόν να περιλαμβάνουν στόχους διαφοροποιημένους ανάλογα με την κατηγορία του κτιρίου. Επίσης, στο άρθρο 9 παράγραφος 3 προβλέπεται ότι τα κράτη μέλη οφείλουν να αναπτύσσουν πολιτικές και να λαμβάνουν μέτρα, θέτοντας π.χ. στόχους για την ενθάρρυνση της μετατροπής κτιρίων σε ΚΣΜΚΕ, και να ενημερώνουν σχετικά την Επιτροπή με τα εθνικά τους σχέδια.

Στο άρθρο 9 παράγραφος 3 ορίζεται ότι «Τα εθνικά σχέδια περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων τα εξής στοιχεία:

- λεπτομέρειες όσον αφορά την πρακτική εφαρμογή του ορισμού των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας από τα κράτη μέλη, που απηχεί τις εθνικές, περιφερειακές ή τοπικές συνθήκες, περιλαμβανομένου αριθμητικού δείκτη της χρήσης πρωτογενούς ενέργειας σε kWh/m<sup>2</sup> κατ' έτος....
- τους ενδιάμεσους στόχους για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των νέων κτιρίων έως το 2015, ...
- πληροφορίες σχετικά με τις πολιτικές και τα οικονομικά ή άλλα μέτρα (.....) περιλαμβανομένων λεπτομερειών όσον αφορά τις εθνικές απαιτήσεις και μέτρα για τη χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στα νέα κτίρια και τα υφιστάμενα κτίρια που υφίστανται ανακαίνιση μεγάλης κλίμακας στο πλαίσιο του άρθρου 13 παράγραφος 4 της οδηγίας 2009/28/EK και των άρθρων 6 και 7 της παρούσας οδηγίας.»

Με βάση αυτά τα εθνικά σχέδια, η Επιτροπή υπέχει υποχρέωση δημοσίευσης, έως τον Δεκέμβριο του 2012 και εν συνεχεία ανά τριετία, έκθεσης για την πρόοδο των κρατών μελών (άρθρο 9 παράγραφος 5).

### **Εφαρμογή του ορισμού των ΚΣΜΚΕ στην πράξη**

Σύμφωνα με το άρθρο 2 παράγραφος 2 της ΟΕΑΚ ως «κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας» νοείται «κτίριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση. 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.» Έτσι, μολονότι στην ΟΕΑΚ προβλέπεται το πλαίσιο για τον ορισμό των ΚΣΜΚΕ, η τελική λεπτομερής εφαρμογή του ορισμού αυτού (π.χ. ποια είναι η «πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση») επαφίεται στα κράτη μέλη.

Ωστόσο, δεδομένου ότι η οδηγία δεν ορίζει το είδος των εν λόγω στόχων, τα κράτη μέλη έχουν υιοθετήσει διαφορετικές προσεγγίσεις για τον καθορισμό των ενδιάμεσων στόχων. Η πλειονότητα των χωρών ορίζουν τους στόχους αυτούς ως ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης (π.χ. 50 kWh/m<sup>2</sup>/έτος το 2015) ή ως απαιτούμενο επίπεδο πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης για συγκεκριμένο έτος. Άλλα κράτη μέλη ορίζουν τους ενδιάμεσους στόχους, με τη δήλωση ότι «όλα τα νέα κτίρια» ή «όλα τα νέα δημόσια κτίρια» θα είναι ΚΣΜΚΕ έως το 2015.

### **Πολιτικές και μέτρα προώθησης των ΚΣΜΚΕ**

Σύμφωνα με το άρθρο 9 παράγραφος 3 στοιχείο γ) της ΟΕΑΚ, τα εθνικά σχέδια πρέπει να περιλαμβάνουν «πληροφορίες σχετικά με τις πολιτικές και τα οικονομικά ή άλλα μέτρα που έχουν ληφθεί στο πλαίσιο των παραγράφων 1 και 2 για την προώθηση των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας, περιλαμβανομένων λεπτομερειών όσον αφορά τις εθνικές απαιτήσεις και μέτρα για τη χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στα νέα κτίρια και τα υφιστάμενα κτίρια που υφίστανται ανακαίνιση μεγάλης κλίμακας στο πλαίσιο του άρθρου 13 παράγραφος 4 της οδηγίας 2009/28/ΕΚ και των άρθρων 6 και 7 της παρούσας οδηγίας».

## **1.2.Κτιριακός τομέας στην Ελλάδα<sup>3</sup>**

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει θεσπίσει τα τελευταία χρόνια την Οδηγία 2010/31/ΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (αναδιατύπωση της οδηγίας 2009/91/ΕΕ) και την Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα. Οι δύο αυτές Οδηγίες υπογραμμίζουν τη σπουδαιότητα του τομέα της ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων και μάλιστα τη σημασία της μακροπρόθεσμης θεώρησης των επενδύσεων για την ανακαίνιση του κτιριακού αποθέματος. Σύμφωνα με το άρθρο 9 παράγραφος 3 της ΟΕΑΚ τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε έως τις 31 Δεκεμβρίου 2020 όλα τα νέα κτίρια να αποτελούν κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (31 Δεκεμβρίου 2018 για τα νέα κτίρια του δημόσιου τομέα).

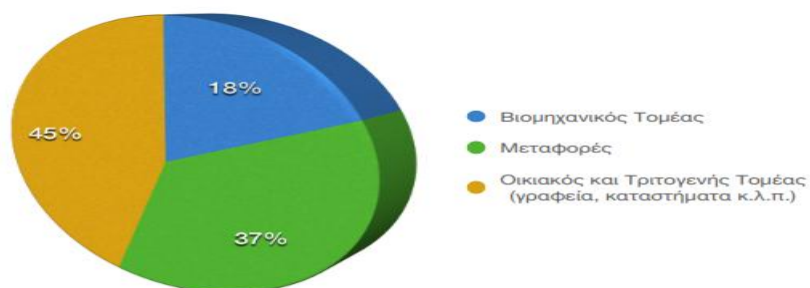
Η γενικότερη περιβαλλοντική – ενεργειακή στοχοθεσία που έχει θέσει η ΕΕ συνοψίζεται στο γνωστό 20-20-20, δηλαδή στη μείωση κατά 20% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, στη διείσδυση των ΑΠΕ στο ενεργειακό μίγμα κατά 20% και στην εξοικονόμηση ενέργειας κατά 20% έως το 2020. Στην ανακοίνωση της Επιτροπής του Ιουλίου 2014, η ΕΕ προτείνει τελικά τη θέσπιση ενός αντίστοιχου στόχου 30% εξοικονόμησης ενέργειας έως το 2030 και ο γενικότερος στόχος της για το 2050 προβλέπει μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 80-95% σε σχέση με τα επίπεδα εκπομπών το έτος 1990, με τα κτίρια να έχουν ζωτική σημασία για την επίτευξη του στόχου αυτού.

---

<sup>3</sup> [Πηγή: ΥΠΕΚΑ.GR

Link: <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=vDjk62bRxSI%3d&tabid=282&language=el-GR>

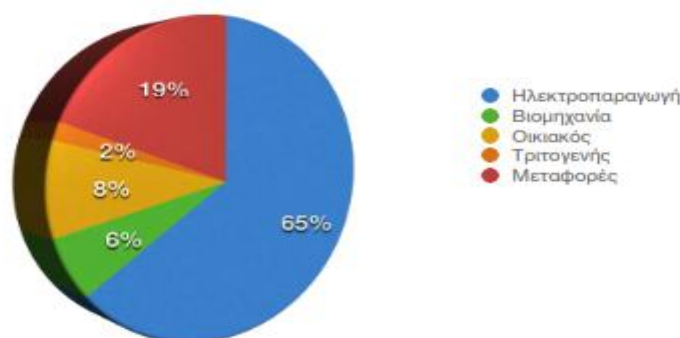
Ο κτιριακός τομέας (οικιακός και τριτογενής τομέας) αντιστοιχεί σε ένα μεγάλο ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας που, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1, αντιπροσωπεύει το 45% της εγχώριας κατανάλωσης για το έτος 2012.



Σχήμα 1: Κατανομή της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης ανά χρήση, έτος 2012 [1]

Τομέας Χρήσης	Ποσοστό κατανάλωσης (%)	Κατανάλωση (ktoe)
Βιομηχανικός Τομέας	18	2.998
Μεταφορές	37	6.380
Οικιακός και Τριτογενής Τομέας (γραφεία, καταστήματα κ.λ.π.)	45	7.751
Σύνολο	100	17.129

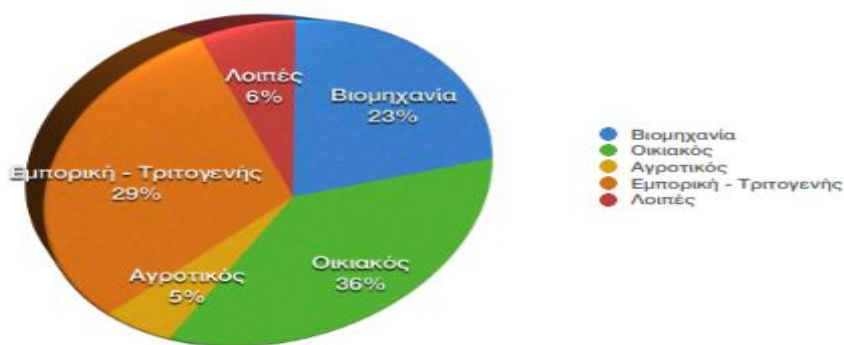
Επίσης από το Σχήμα 2, στο οποίο παρουσιάζεται η κατανομή των ποσοστών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) ανά ενεργειακό τομέα, φαίνεται ότι η συμμετοχή του οικιακού και του τριτογενούς τομέα αντιστοιχεί στο 10% για το έτος 2012.



Τομείς	Ηλεκτρο-παραγωγή	Βιομηχανία	Οικιακός	Τριτογενής	Μεταφορές	Σύνολο
Ποσό CO <sub>2</sub> (Mt)	54,51	5,50	6,95	1,34	15,84	84,14

Σχήμα 2: Κατανομή των εκπομπών CO<sub>2</sub> ανά ενεργειακό τομέα ποσοστιαία κατανομή στο σύνολο των 84,14 Mt CO<sub>2</sub>, έτος 2012 [2]

Αντίστοιχα πολύ υψηλό είναι και το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται στα κτίρια της χώρας. Σύμφωνα με το Σχήμα 3, το 65% της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώθηκε στην Ελλάδα το 2012 αφορά τον οικιακό (36%) και τον τριτογενή τομέα (29%) σύμφωνα με καταγραφές της ΔΕΗ.



Τομέας Χρήσης	Κατανάλωση Ηλ. Ενέργειας (GWh)
Βιομηχανία	12.095
Οικιακός	18.878
Αγροτικός	2.781
Εμπορική - Τριτογενής	15.016
Λοιπές	3.176
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>51.946</b>

Σχήμα 3: Κατανομή της ηλεκτρικής ενεργειακής κατανάλωσης ανά χρήση, έτος 2012 [3]

Με γνώμονα τα παραπάνω, ο στόχος είναι η σταδιακή και συντονισμένη αναβάθμιση του κτιριακού αποθέματος, ώστε το 2050 όλα τα κτίρια να έχουν υψηλή ενεργειακή απόδοση και ιδανικά, μηδενική ή/και την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας σε συνδυασμό με την μέγιστη αξιοποίηση και ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Όσον αναφορά στην ενεργειακή αποδοτικότητα, ο γενικός στόχος που τέθηκε στο 1<sup>ο</sup> Εθνικό Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης (ΣΔΕΑ), που αντιστοιχεί στο 9% μέχρι το 2016, είναι 18,6 TWh, με την ανάλυση κατά τομέα να έχει ως εξής:

- Οικιακός 5,5 TWh
- Τριτογενής 5,7 TWh
- Βιομηχανικός 0,7 TWh
- Μεταφορές 6,7 TWh

### Μεθοδολογία

Με γνώμονα να καλύπτονται οι απαιτήσεις του άρθρου 4 της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ, στο οποίο αναφέρεται σαφώς ότι τα κράτη μέλη οφείλουν να θεσπίσουν μακροπρόθεσμη στρατηγική για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση του αποτελούμενου από κατοικίες και εμπορικά κτίρια, δημόσια και ιδιωτικά, εθνικού κτιριακού αποθέματος. Η στρατηγική αυτή περιλαμβάνει:

- Ανασκόπηση του εθνικού κτιριακού αποθέματος που βασίζεται, ανάλογα με την περίπτωση, σε στατιστική δειγματοληψία.
- Εξεύρεση οικονομικώς αποδοτικών προσεγγίσεων για τις ανακαινίσεις ανάλογα με το είδος του κτιρίου και την κλιματική ζώνη.
- Πολιτικές και μέτρα για την τόνωση οικονομικώς αποδοτικών ριζικών ανακαινίσεων κτιρίων, περιλαμβανομένων των σταδιακών ριζικών ανακαινίσεων .

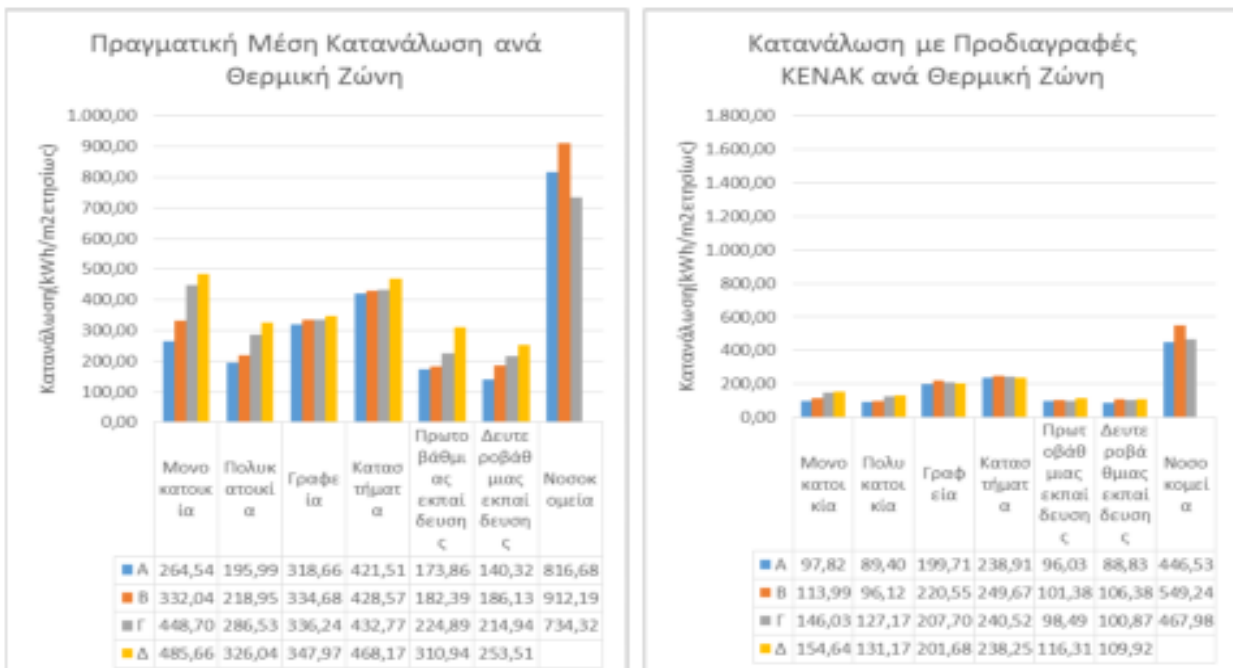
- Μια προοπτική για τον προσανατολισμό μελλοντικών επενδυτικών αποφάσεων των ιδιωτών, του κατασκευαστικού τομέα και των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων.
- Την εκτίμηση της αναμενόμενης εξοικονόμησης ενέργειας και των γενικότερων ωφελειών με βάση συγκεκριμένα στοιχεία και μεθοδολογία.

Στον πίνακα 1 παρουσιάζεται ο αριθμός κτιρίων και η χρήση τους για το έτος 2001 από την ΕΛΣΑΤ και για το έτος 2011 από την TABULA

Χρήση κτιρίου	Αριθμός Κτιρίων	
	2001 (ΕΛΣΑΤ)	2011 (TABULA)
Κατοικίες	2.755.570	2.468.124
Ξενοδοχεία	5.595	8.309
Σχολικά - Εκπαιδευτικά	16.804	15.576
Γραφεία - Καταστήματα	111.097	152.550
Νοσοκομεία - κλινικές	1.961	1.742
Άλλα	625.630	625.630
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>3.516.657</b>	<b>3.271.931</b>

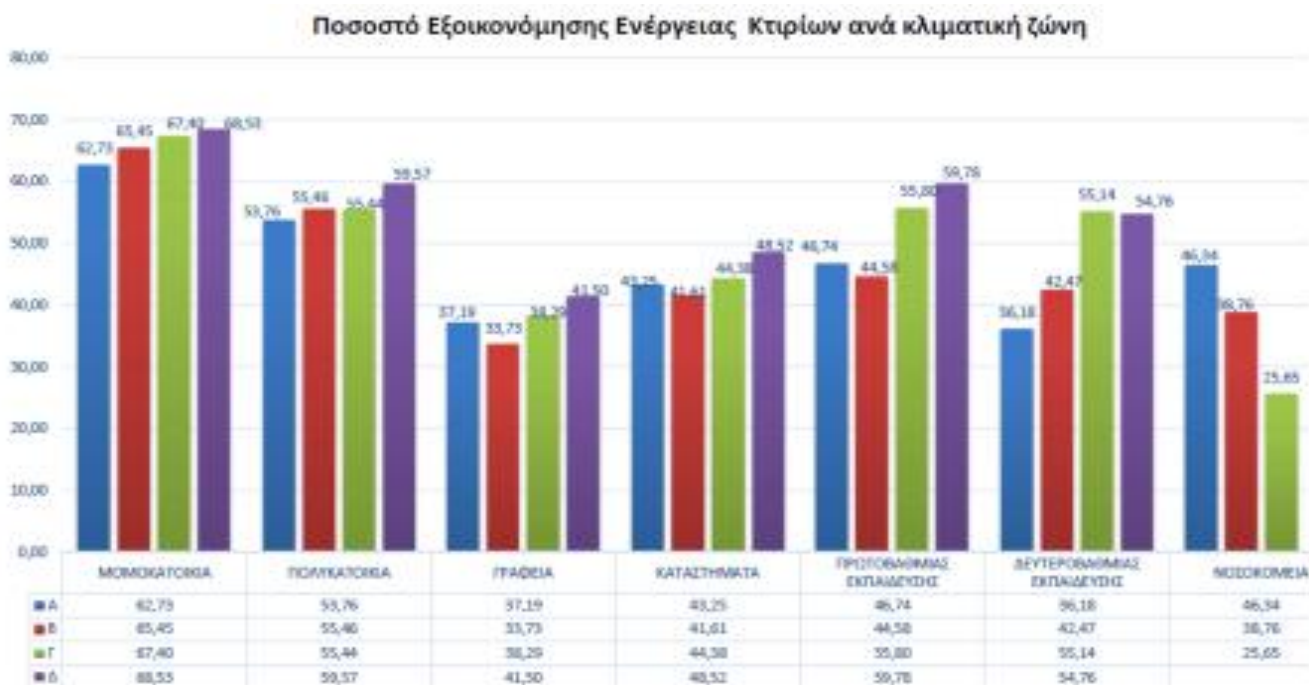
Πίνακας 1: Αριθμός κτιρίων και χρήση για το 2001 και το 2011

Αξιοποιώντας τα στατιστικά στοιχεία των ΠΕΑ που έχουν εκδοθεί μέχρι σήμερα μπορεί κανείς να παρατηρήσει τις διαφορετικές καταναλώσεις που προκύπτουν για κάθε χρήση κτιρίου σε κάθε κλιματική ζώνη. Συγκεκριμένα, στο σχήμα 4 αποτυπώνεται η μέση κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση κτιρίου σε κάθε κλιματική ζώνη, καθώς επίσης και η μέση κατανάλωση ενέργειας του αντίστοιχου κτιρίου αναφοράς σε κάθε κλιματική ζώνη.



Σχήμα 4 Μέση κατανάλωση ανά χρήση κτιρίου και κλιματική ζώνη (ΥΠΕΚΑ 2014)

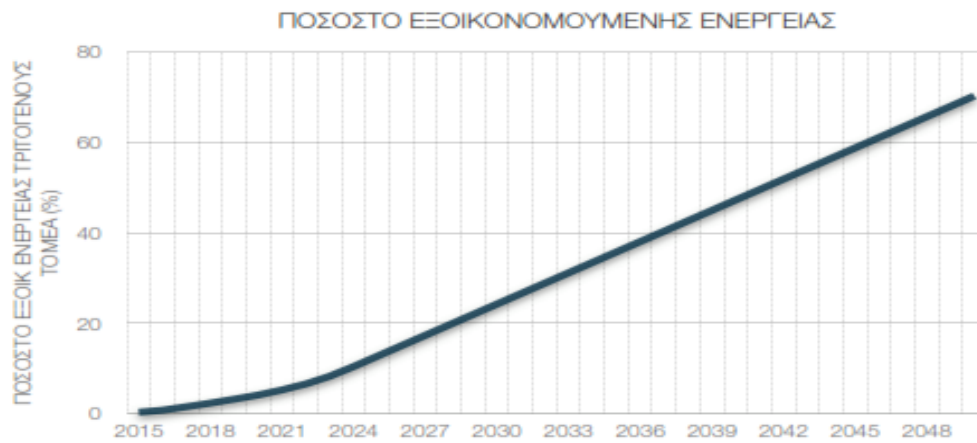
Από την περαιτέρω σύγκριση των καταναλώσεων των κτιρίων σε σχέση με την αντίστοιχη των κτιρίων αναφοράς, προκύπτουν σημαντικά συμπεράσματα για το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας που υπάρχει στο υφιστάμενο κτιριακό απόθεμα, Σχήμα 5.



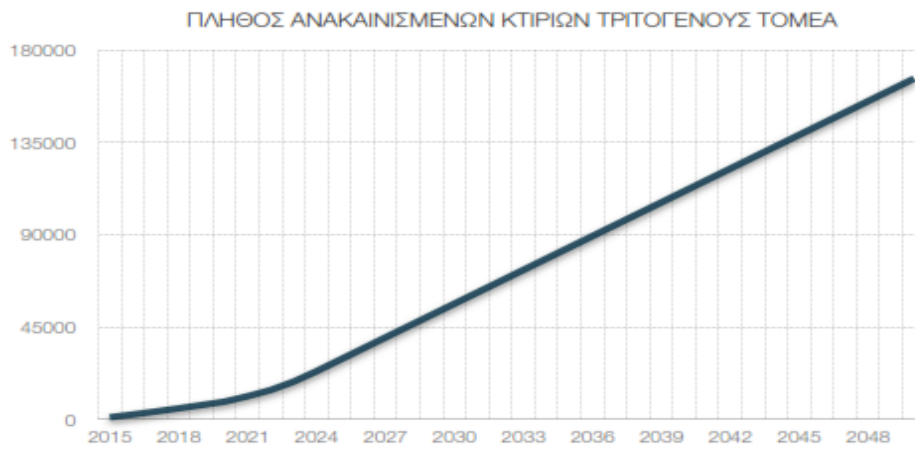
Σχήμα 5 Ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας ανά χρήση κτιρίου και κλιματική ζώνη (ΥΠΕΚΑ 2014)

Σύμφωνα με το σχήμα 5, αν αναβαθμιζόταν ριζικά το κτιριακό απόθεμα ώστε να ικανοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ (ενεργειακή κατηγορία Β), θα είχαμε ποσοστό εξοικονόμησης κατά μέσο όρο 66% στις μονοκατοικίες, 56% στις πολυκατοικίες, 38% στα γραφεία και στα καταστήματα, 48% στα εκπαιδευτικά ιδρύματα και 37% στα νοσοκομεία και στα νοσηλευτικά ιδρύματα.

Για την περίπτωση των κτιρίων του τριτογενούς τομέα που θα αναλυθεί, (γραφεία, καταστήματα, σχολικά κτίρια, νοσοκομεία και ξενοδοχεία) το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί ανέρχεται έως και 72% σε σχέση με την ενέργεια που καταναλώναν, με αντίστοιχα κόστη επένδυσης έως 26 δις μέχρι το 2050 για την ανακαίνιση περίπου 170.000 κτιρίων. Ωστόσο ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης των εν λόγω επενδύσεων είναι αρκετά χαμηλός και ανάλογα με τον τύπο του κτιρίου κυμαίνεται από 2% έως 8,5% που οφείλεται κυρίως στο μεγαλύτερο κόστος ανακαίνισης των κτιρίων του τριτογενούς τομέα και στο μικρό σχετικά πλήθος των κτιρίων. Στο σχήμα 6 και 7 παρουσιάζεται το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας και το πλήθος ανακαινιζόμενων κτιρίων τριτογενούς τομέα.



Σχήμα 6 Ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας κτιρίων τριτογενούς τομέα



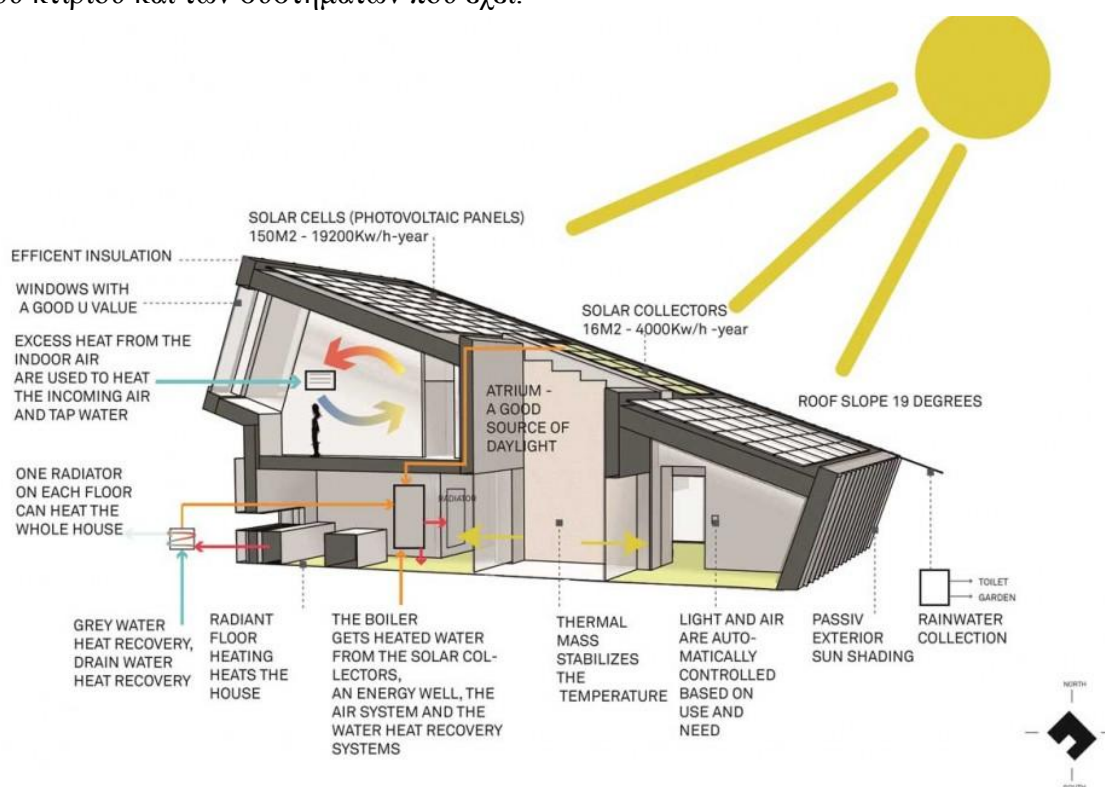
Σχήμα 7 Πλήθος ανακαινισμένων κτιρίων τριτογενούς τομέα



## 2. Κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας

### Ορισμός<sup>4</sup>:

Θεωρούνται τα κτίρια πολύ υψηλής ενεργειακής απόδοσης στα οποία, η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή, ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την κάλυψη των ενεργειακών τους απαιτήσεων, καλύπτεται σε πολύ μεγάλο βαθμό από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στο σχήμα 2.1 απεικονίζεται θεωρητικό παράδειγμα κτιρίου σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης με σύντομες περιγραφές όσο αναφορά τον τρόπο σχεδιασμού του κτιρίου και των συστημάτων που έχει.



σχήμα 2.1 Θεωρητικό παράδειγμα nZEB

### 2.1. Το κτίριο ENPIET

Ως εφαρμογή ενεργειακής επιθεώρησης και ενεργειακής αναβάθμισης επιλέχθηκε το κτίριο ENPIET, στο οποίο θα γίνει αξιολόγηση υφιστάμενης κατάστασης και θα γίνουν προτάσεις για την ενεργειακή αναβάθμιση του. Το κτίριο ENPIET κατασκευάστηκε το 1980 και ανήκει στην ιδιοκτησία του ΤΕΙ Ηρακλείου Κρήτης. Πρόκειται για ένα τυπικό κτίριο δημοσίου/τριτοβάθμιας εκπαίδευσης και ανήκει σε μια κατηγορία κτιρίων που αναμένονται να ενταχθούν στο σχέδιο κανονισμού εξοικονόμησης ενέργειας του δημόσιου τομέα στο κοντινό μέλλον.

<sup>4</sup> Αναδιατύπωση από οδηγία 2010/31/EK

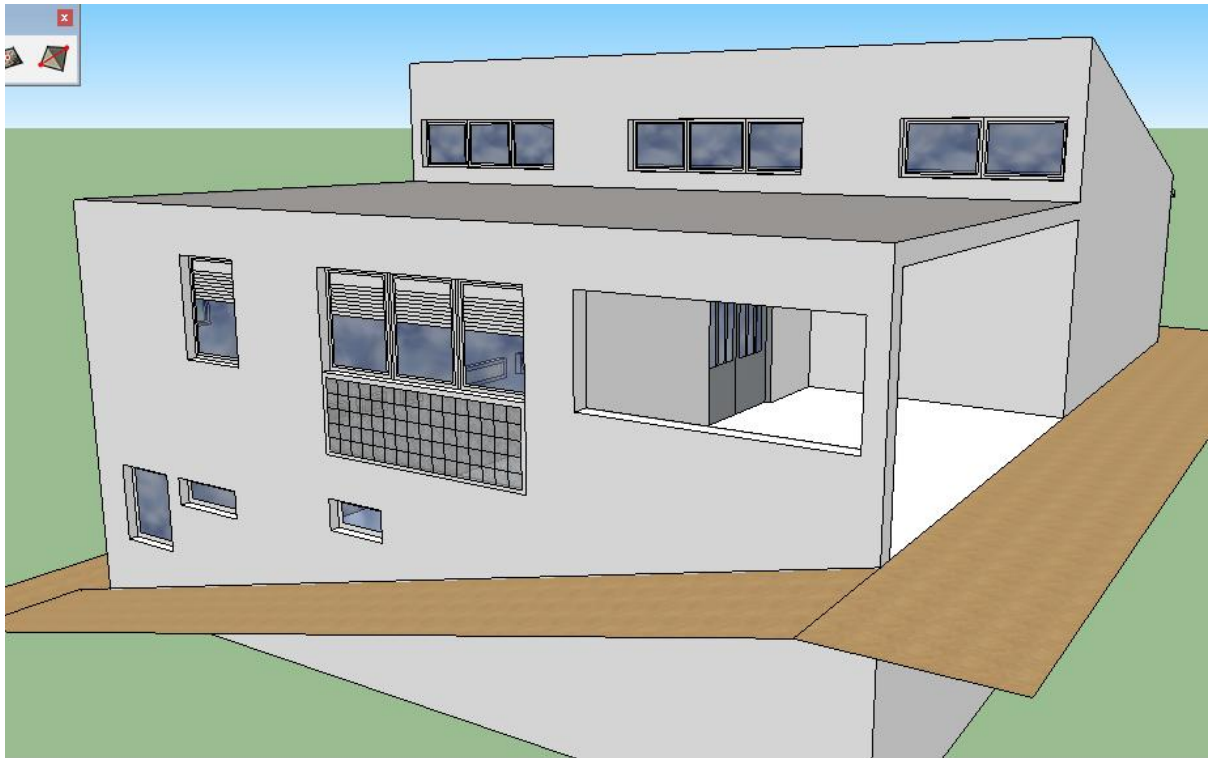
Στο σχήμα 2.1, απεικονίζεται η τοποθεσία του κτιρίου, περιοχή Εσταυρωμένου ηρακλείου Κρήτης, με ακριβείς συντεταγμένες (35,312280 . 25,101382)



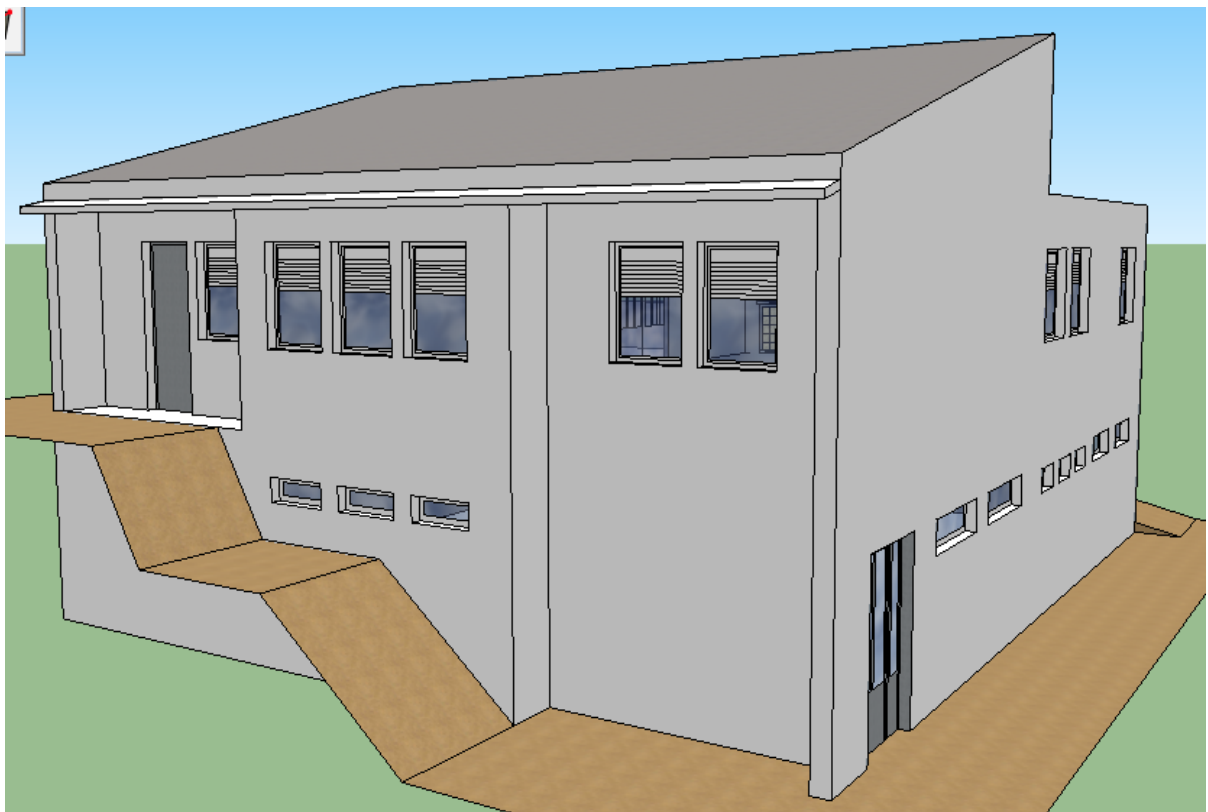
Σχήμα 2.2 Τοποθεσία κτιρίου ΕΝΠΙΕΤ.

Στο κτίριο στεγάζονται γραφεία του εκπαιδευτικού προσωπικού του ΤΕΙ ηρακλείου καθώς και γραφεία που εξυπηρετούν φοιτητές του τμήματος για ερευνητικούς σκοπούς. Το κτίριο αποτελείται από 2 ορόφους και είναι εκτεθειμένο από όλες τις πλευρές του, λόγω του αραιοδομημένου αστικού περιβάλλοντος με μικρό συντελεστή δόμησης, τα κτίρια τριγύρω είναι μέχρι 3<sup>ov</sup> ορόφων, σε αρκετά μεγάλη απόσταση. Από το έτος κατασκευής του κτιρίου δεν έχουν γίνει σημαντικές επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος.

Με την βοήθεια του σχεδιαστικού προγράμματος Google Sketchup, δημιουργήθηκε το 3d σχέδιο του κτιρίου, βάση αρχιτεκτονικών σχεδίων, (παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 3) για να υπάρχει μια καλύτερη οπτική επαφή του κτιρίου και του επιπέδου εδάφους που περικλείεται σε τρισδιάστατη μορφή. Σχήματα 2.3 και 2.4.



Σχήμα 2.3 Νοτιανατολική όψη κτιρίου ENPIET.



Σχήμα 2.4 Βορειοδυτική όψη κτιρίου ENPIET.

### **3. Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίου**

Η ενεργειακή επιθεώρηση των κτιρίων θεσμοθετήθηκε και στη χώρα μας με την ΚΥΑ 5825/2010, που αφορά στον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ), με το Προεδρικό Διάταγμα για τους Ενεργειακούς Επιθεωρητές 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, που επιτρέπει τη γρήγορη και μη δαπανηρή επιθεώρηση των κτιρίων και κρίνεται απαραίτητη.

#### **Ορισμός:**

**Η ενεργειακή επιθεώρηση ορίζεται ως η διαδικασία εκτίμησης των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας ενός κτιρίου, των παραγόντων που τις επηρεάζουν καθώς και των μεθόδων βελτίωσης για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα.**

Μια ενεργειακή επιθεώρηση περιλαμβάνει τα εξής:

- καταγραφή των ενεργειακών καταναλώσεων και των χαρακτηριστικών τους
- εκτέλεση κατάλληλου προγράμματος μετρήσεων σημαντικών ενεργειακών και άλλων μεγεθών
- επεξεργασία των αποτελεσμάτων των μετρήσεων
- προσδιορισμό συγκεκριμένων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, βάσει της ανωτέρω ενεργειακής ανάλυσης

#### **Μεθοδολογία:**

Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων αντικαθιστά τη μελέτη θερμομόνωσης και θα εκπονείται για κάθε κτίριο (άνω των 50 τ.μ.), νέο ή υφιστάμενο που ανακαινίζεται ριζικά και βασίζεται σε μια συγκεκριμένη μεθοδολογία η οποία αναφέρεται:

α) στην απαίτηση κάλυψης ελάχιστων προδιαγραφών του κτιρίου όσον αφορά στο σχεδιασμό του, το κτιριακό κέλυφος και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις και  
β) στη σύγκρισή του με κτίριο αναφοράς. Ως κτίριο αναφοράς νοείται κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο που πληροί όμως ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά.

Στόχος της ενεργειακής επιθεώρησης είναι η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου.

#### **Οφέλη:**

Τα οφέλη από τον ΚΕΝΑΚ είναι οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά. Τα οικονομικά οφέλη αφορούν κυρίως στον περιορισμό των λειτουργικών εξόδων και εξόδων συντήρησης των κτιρίων, αλλά και στην αναθέρμανση της οικοδομικής δραστηριότητας. Τα κοινωνικά οφέλη αφορούν στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας



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

### Πιστοποιητικό:

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του ενεργειακού επιθεωρητή και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, ώστε οι καταναλωτές να είναι σε θέση να συγκρίνουν και να αξιολογήσουν την πραγματική τους κατανάλωση και τις τυχόν δυνατότητες βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης. Η έκδοση του πιστοποιητικού είναι υποχρεωτική, ισχύει για δέκα χρόνια και αφορά όλα τα κτίρια, συνολικής επιφάνειας άνω των 50 τ.μ., νέα ή υφιστάμενα που υπόκεινται σε ριζική ανακαίνιση, ή τμήματα αυτών όταν πωλούνται ή εκμισθώνονται, καθώς και σε όλα τα κτίρια του δημόσιου & ευρύτερου δημόσιου τομέα. Η απαίτηση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης στην περίπτωση αγοροπωλησίας και ενοικίασης τίθεται σε εφαρμογή από 9 Ιανουαρίου 2011.

Στο σχήμα 3.1 απεικονίζεται παράδειγμα πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, όπως εκδίδεται με βάση την TOTEE 20701-1/2010.

## ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ		ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ		
<b>ΧΡΗΣΗ:</b> <input type="checkbox"/> Κτίριο <input type="checkbox"/> Τμήμα κτιρίου <input type="checkbox"/> Αριθμός ιδιοκτησίας (για τμήμα κτιρίου): ..... <b>Κλιματική Ζώνη:</b> ..... Τ.Κ. .... <b>Πόλη:</b> ..... Έτος κατασκευής: ..... Συνολική επιφάνεια (m <sup>2</sup> ): ..... Όνομα ιδιοκτήτη: .....		Αρ. Πρωτ.: ..... (Φωτογραφία κτιρίου)		
<b>ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ</b>				
<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ</b> (με ποσοστό κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς)		<b>ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b> [kWh/(m <sup>2</sup> ·έτος)]		
<b>ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ</b> <b>A+ ≤ 0,33·RR</b> <b>0,33·RR &lt; A ≤ 0,5·RR</b> <b>0,5·RR &lt; B+ ≤ 0,75·RR</b> <b>0,75·RR &lt; B ≤ 1,0·RR</b> <b>1,0·RR &lt; C ≤ 1,41·RR</b> <b>1,41·RR &lt; D ≤ 1,82·RR</b> <b>1,82·RR &lt; E ≤ 2,27·RR</b> <b>2,27·RR &lt; F ≤ 2,73·RR</b> <b>2,73·RR ≤ H</b>				
<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ</b> ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ [kWh/(m <sup>2</sup> ·έτος)]: .....		<b>B</b>		
ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m <sup>2</sup> θερμομανόμενης επιφάνειας [kWh/(m <sup>2</sup> ·έτος)]: .....		ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ανά m <sup>2</sup> θερμομανόμενης επιφάνειας [kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> ·έτος)]: .....		
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m <sup>2</sup> θερμομανόμενης επιφάνειας [kWh/(m <sup>2</sup> ·έτος)]: .....		ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m <sup>2</sup> θερμομανόμενης επιφάνειας [kWh/(m <sup>2</sup> ·έτος)]: με βάση την αξιολόγηση της λεπτομέρειας .....		
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ανά m <sup>2</sup> θερμομανόμενης επιφάνειας [kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> ·έτος)]: .....				
<b>ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ με βάση τους υπολογισμούς</b>				
Πηγή ενέργειας	Τελική χρήση	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)		
Ηλεκτρική	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> Αερισμός <input type="checkbox"/> Φωτισμός <input type="checkbox"/> Συσκευές <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>			
Ορυκτά καύσιμα	Πετρέλαιο <input type="checkbox"/> Φυσικό αέριο <input type="checkbox"/>	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>		
	Άλλο (προσδιορίστε) <input type="checkbox"/>	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>		
ΑΠΕ	Ηλιακή <input type="checkbox"/> Φυσικός αέριος <input type="checkbox"/>	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> Φωτισμός <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>		
	Βιομάζα <input type="checkbox"/> Γεωθερμία <input type="checkbox"/>	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>		
	Άλλο (προσδιορίστε) <input type="checkbox"/>	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> Φωτισμός <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>		
Σύνολο				
<b>ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b> [kWh/(m <sup>2</sup> ·έτος)] ανά χρήση με βάση τους υπολογισμούς:				
Θέρμανση				
Ψύξη				
Αερισμός				
Φωτισμός				
Συσκευές				
Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ)				
<b>ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ</b>				
1. ....				
2. ....				
3. ....				
Αριθμός σύστασης	Αρχικό εκτιμώμενο κόστος επένδυσης (€)	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας* (kWh/m <sup>2</sup> ·έτος)	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα [kg/(m <sup>2</sup> ·έτος)]	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής (έτη)
1				
2				
3				
* Η εξοικονόμηση ενέργειας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.				
<b>Ημερομηνία έκδοσης Πιστοποιητικού:</b> ..... <b>Όνοματεπώνυμο Επιθεωρητή:</b> ..... <b>Δ.Μ. Επιθεωρητή:</b> ..... <b>Υπογραφή:</b> ..... <b>Σφραγίδα:</b> .....				

Σχήμα 3.1 Πιστοποιητικό Ενεργειακής απόδοσης κτιρίου.

### 3.1. Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίου ENPIET με το λογισμικό TEE-KENAK

Για την ενεργειακή επιθεώρηση σε κτίρια τριτογενούς τομέα (γραφεία) εισάγουμε τα παρακάτω δεδομένα κτιρίου στο λογισμικό TEE KENAK.

#### 1. Γενικά χαρακτηριστικά κτιρίου.

- Χρήση κτιρίου
- Κλιματολογικά δεδομένα
- Γεωμετρικά στοιχεία κτιριακού κελύφους,
- Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης

#### 2. Δομικά στοιχεία κτιρίου

- Αδιαφανείς επιφάνειες
- Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος
- Διαφανείς επιφάνειες.

#### 3. Συστήματα κτιρίου.

- Θέρμανση
- Ψύξη
- Φωτισμός

#### 3.1.1 Γενικά χαρακτηριστικά κτιρίου

- Χρήση κτιρίου

Από την χρήση χώρων, το κτίριο εντάσσεται στην κατηγορία **Γραφείων** και καθορίζεται και ένα τυπικό ωράριο λειτουργίας με βάση τον πίνακα 2.1 τις TOTEE 20701-1.

**Πίνακας 2.1.** Τυπικό ωράριο λειτουργίας κτηρίων ανά χρήση.

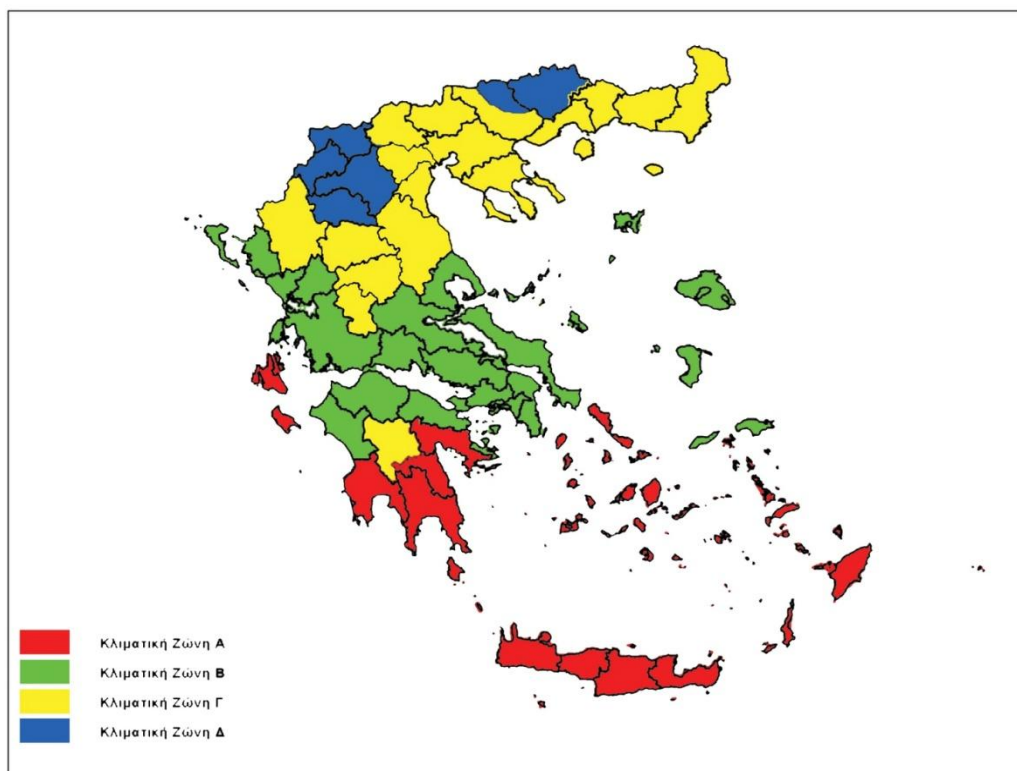
Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Γραφείων	Γραφείο	10	5	12
	Βιβλιοθήκη	6	5	12

- Κλιματολογικά δεδομένα

Για την υλοποίηση υπολογισμών από το λογισμικό, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η εισαγωγή κλιματικής ζώνης του κτιρίου. Στα πλαίσια της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμομέρες θέρμανσης. Στον πίνακα 1.4 και στο σχήμα 1.1 τις TOTEE 20701-1 εμφανίζεται ο διαχωρισμός κλιματικών ζωνών.

**Πίνακας 1.4.** Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς.

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

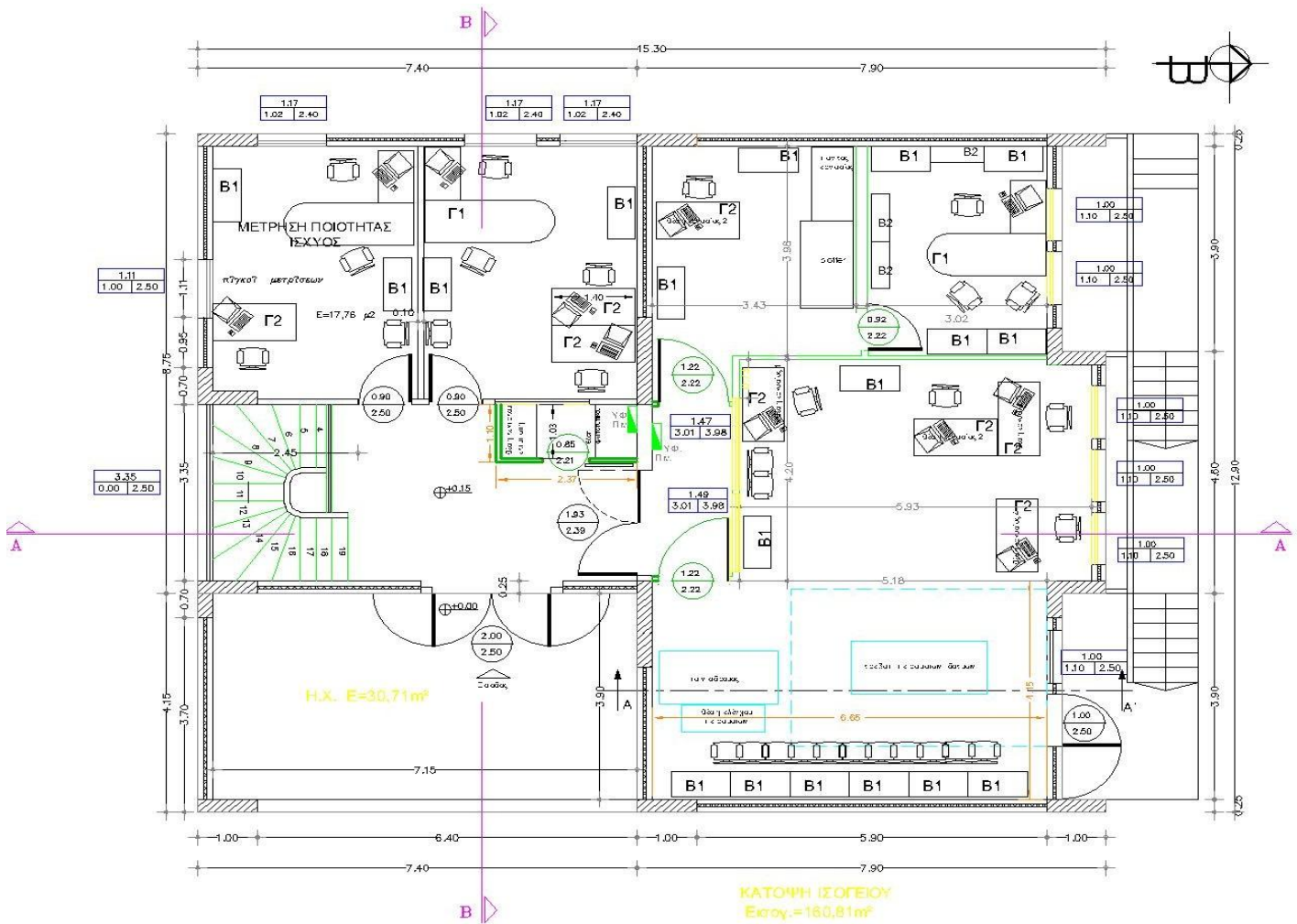


**Σχήμα 1.1.** Σχηματική Απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας

Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω. Το κτίριο ΕΝΠΕΤ προκύπτει ότι για τον νομό Ηρακλείου και υψόμετρο κάτω των 500 μέτρων κατατάσσεται στην κλιματική ζώνη Α.

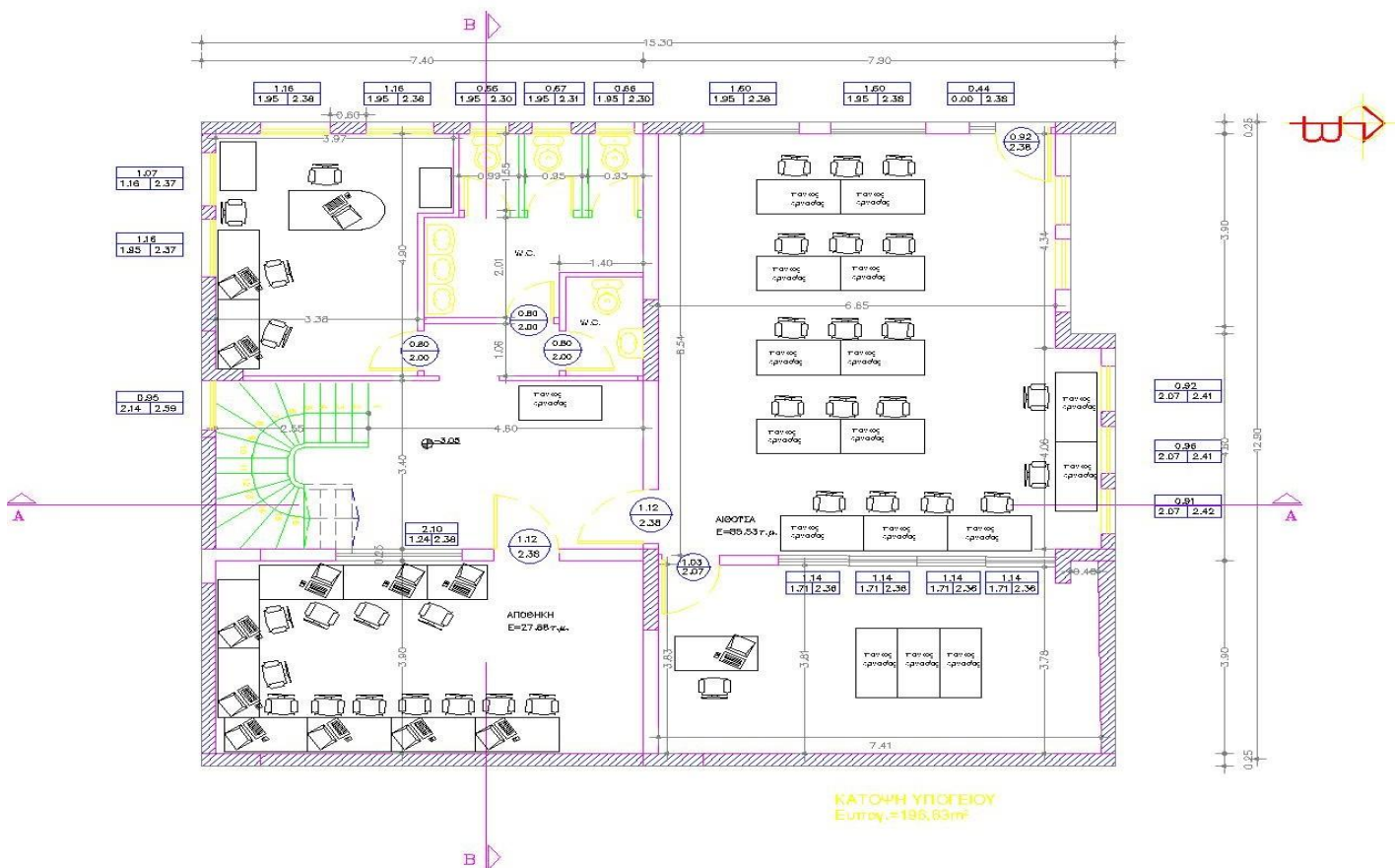
➤ Γεωμετρικά στοιχεία κτιριακού κελύφους

Τα δεδομένα των γεωμετρικών στοιχείων κτιριακού κελύφους προκύπτουν με βάση τα αρχιτεκτονικά σχέδια και τις αναλυτικές όψεις του κτιρίου, υπολογίζοντας πάντα τις εξωτερικές διαστάσεις των δομικών στοιχείων. Τα αρχιτεκτονικά σχέδια παρουσιάζονται στα σχήματα 3.1 και 3.2.



Σχήμα 3.1 κάτοψη ισογείου





Σχήμα 3.2 κάτοψη υπογείου

Η συνολική επιφάνεια κτιρίου ανέρχεται στα 357,44 m<sup>2</sup> και ο συνολικός όγκος στα 1271,67 m<sup>3</sup>. Τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης καλύπτουν το 100% της επιφάνειας και όγκου του κτιρίου. Για τον υπολογισμό όγκου του κτιρίου τα δεδομένα προκύπτουν από τις όψεις του κτιρίου, το 3D σχέδιο και περιλαμβάνονται στο σχήμα 3.3, όπου παρουσιάζει την φόρμα εισαγωγής δεδομένων στο λογισμικό TEE KENAK.

Γενικά		Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση		Ανελκυστήρες	
Περιγραφή:	Υπάρχον κτίριο				
Χρήση κτιρίου:	Γραφεία				
Συνολική επιφάνεια (m <sup>2</sup> ):	357.44	Συνολικός όγκος (m <sup>3</sup> ):	1271.67		
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> ):	357.44	Θερμαινόμενος όγκος (m <sup>3</sup> ):	1271.67		
Ψυχόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> ):	357.44	Ψυχόμενος όγκος (m <sup>3</sup> ):	1271.67		
Αριθμός ορόφων:	2	Ύψος τυπικού ορόφου (m):	3.2	Ύψος ισογείου (m):	4
Έκθεση κτιρίου:	Εκτεθειμένο				
Αριθμός θερμικών ζωνών:	1	Αριθμός ηλιακών χώρων:	0		
Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων:	0				
<input checked="" type="checkbox"/> Θερμομόνωση των κατακόρυφων δομικών στοιχείων					

Σχήμα 3.3 Γενικά στοιχεία κτιρίου.

➤ Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης

▪ **Συνολική επιφάνεια ( $m^2$ ).** Εισάγεται το συνολικό εμβαδόν δαπέδου της θερμικής ζώνης (δηλαδή η συνολική θερμαινόμενη επιφάνεια της συγκεκριμένης ζώνης), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής. Στο κτίριο δεν υπάρχει διαχωρισμός θερμικών ζωνών και θεωρείται στο σύνολό του σαν μία θερμική ζώνη.

▪ **Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα ( $kJ/m^2 K$ ).** Εισάγεται η μέση ειδική θερμοχωρητικότητα της κατασκευής, ανάλογα με την κατηγορία 1-5, σύμφωνα με την λεπτομερή περιγραφή και τις τυπικές τιμές που περιλαμβάνονται στην TOTEE 20701-1. Για τον τύπο κατασκευής του κτιρίου η τιμή της ανηγμένης θερμοχωρητικότητας είναι  $260 [KJ/(m^2.K)]$ .

**Πίνακας 3.13.** Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα για τυπικές κατασκευές ανά  $m^2$  δαπέδου.

Κατηγορία	Περιγραφή	Ανηγμένη 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	<b>Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους.</b>	<b>260</b>
5	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από βαριά υλικά, όπως πέτρα, συμπαγείς οπτόπλινθους, ωμόπλινθους ή σκυρόδεμα.	370

▪ **Μέση κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (ZNX) ( $m^3/έτος$ ).** Για την χρήση του κτιρίου, γραφεία, η μέση κατανάλωση ZNX δεν υπολογίζεται, σύμφωνα με τον πίνακα 2.5.(τμήμα πίνακα 2.5.) της TOTEE 20701-1.

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Πίνακας 2.5. Τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (σε θερμοκρασία $45^\circ C$ ) ανά χρήση κτιρίου για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας.			
	Ημερήσια κατανάλωση Z.N.X [Lt/άτομο/ημέρα]	Ετήσια κατανάλωση Z.N.X		
		ανά δομημένη επιφάνεια [Lt/ $m^2$ /ημέρα]	ανά υπνοδωμάτιο [ $m^3$ /υπν./έτος]	ανά δομημένη επιφάνεια [ $m^3/m^2$ /έτος]
Γραφείο	..	..	..	..

▪ **Κατηγορία διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών.** Καθορίζεται, η κατηγορία διατάξεων αυτομάτου ελέγχου που αφορούν στα συστήματα Θέρμανσης / Ψύξης (μονάδες παραγωγής / δίκτυο διανομής / τερματικές μονάδες) και στις Μονάδες Αερισμού της συγκεκριμένης ζώνης, σύμφωνα με την T.O.T.E.E. 20701-1 Πίνακας 5.5.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν τέτοιες διατάξεις η κατηγορία είναι «Δ». Η κατηγορία για το κτίριο ENPIET επιλέγεται ως «Δ».

**Πίνακας 5.5. Κατηγορίες διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών**

Περιγραφή διατάξεων ελέγχου ανά κατηγορία	Κατηγορία
<p><b>Συστήματα παραγωγής, διανομής &amp; εκπομπής θέρμανσης / ψύξης</b> 1. Κανένας αυτόματος έλεγχος της λειτουργίας των τερματικών μονάδων, του δικτύου διανομής, των αντλιών διανομής. 2. Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής μέσω του δικτύου και το χώρο. 3. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης δεν ελέγχεται η προτεραιότητα. 4. Σε περίπτωση αντλίας θερμότητας δεν υπάρχει σύστημα απόψυξης. <b>Συστήματα αερισμού κτιρίων τριτογενή τομέα</b> 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας δεν υπάρχει κανένας έλεγχος ή είναι χειροκίνητος ο έλεγχος της ροής αέρα μέσα στον χώρο ή στο επίπεδο της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας. 2. Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Κανένας θερμοστατικός έλεγχος του αέρα προσαγωγής και της υγρασίας του αέρα.</p>	Δ

▪ **Διείσδυση αέρα από κουφώματα ( $m^3/h$ ).** Εισάγεται η υπολογιζόμενη συνολική διείσδυση του εξωτερικού (νωπού) αέρα από τις χαραμάδες κουφωμάτων, σύμφωνα τον τύπο των κουφωμάτων και με τις τιμές που ορίζονται στην TOTEE 20701-1.

Ο αερισμός λόγω ύπαρξης χαραμάδων στα κουφώματα εξαρτάται από το μήκος των χαραμάδων, την ποιότητα των χαραμάδων (αεροστεγείς ή όχι), το αριθμό (και την επιφάνεια) των ανοιγμάτων στις εξωτερικές επιφάνειες του κτηρίου, καθώς και από την αναλογία εξωτερικών προς εσωτερικά ανοίγματα (εσωτερικές πόρτες) στο χώρο.

Για τον υπολογισμό του αερισμού λόγω της ύπαρξης χαραμάδων (διείσδυση αέρα) χρησιμοποιείται η σχέση:

$$V_{inf} = \sum (l \cdot \alpha) \cdot R \cdot H \quad [3.9.]$$

όπου:  $l$  [m] το συνολικό μήκος των χαραμάδων του ανοίγματος (πόρτα, παράθυρο κ.ά.),  
 $\alpha$  [ $m^3/(h \cdot m)$ ] ο συντελεστής αεροδιαπερατότητας από χαραμάδες του ανοίγματος, ανάλογα με την ποιότητα του κουφώματος, που λαμβάνει τιμές από τον πίνακα 3.23.,  
 $R$  [-] ο συντελεστής διεισδυτικότητας, που εξαρτάται από το λόγο επιφανείας των εξωτερικών προς τα εσωτερικά ανοίγματα και λαμβάνει τιμές από τον πίνακα 3.24.,  
 $H$  [-] ο συντελεστής θέσης του ανοίγματος και ανεμόπτωσης, που λαμβάνει τιμές από τον πίνακα 3.25.

Σύμφωνα με την παραπάνω σχέση υπολογισμού, τους πίνακες, 3.24, 3.25 και 3.26 της TOTEE 20701-1, για συντελεστή αεροδιαπερατότητας  $\alpha=1,4[m^3/(h \cdot m)]$ , συντελεστή διεισδυτικότητας  $R=0,7$  και συντελεστή θέσης  $H=2,71$ , προκύπτει ότι η συνολική διείσδυση αέρα είναι  $445 m^3/h$  (Παράρτημα Α). Τα δεδομένα εισαγωγής στο λογισμικό TEE-KENAK περιλαμβάνονται στο σχήμα 3.4.

**Πίνακας 3.23.** Συντελεστής αεροδιαπερατότητας από χαραμάδες ανοιγμάτων για τον υπολογισμό του αερισμού.

Συντελεστής αεροδιαπερατότητας α		
Υλικό πλαισίου	Είδος ανοίγματος	α [m <sup>3</sup> /(h.m)]
Ξύλο	Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό. Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, επ'άλληλα συρόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα και χωρίς αεροστεγανότητα.	3,0
	Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επ'άλληλα συρόμενο, με ψήκτρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα, με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	2,5
	Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα, με πιστοποίηση	2,0
Μέταλλο ή Συνθετικό	Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό. Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, επ'άλληλα συρόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα και χωρίς αεροστεγανότητα.	1,5
	Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επ'άλληλα συρόμενο, με ψήκτρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα, με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	1,4
	Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα, με πιστοποίηση	1,2

**Πίνακας 3.24.** Συντελεστής διεισδυτικότητας R για τον υπολογισμό του αερισμού από χαραμάδες των

Συντελεστής διεισδυτικότητας R		
Εξωτερικό παράθυρο ή πόρτα	Λόγος εξωτερικών προς εσωτερικά ανοίγματα	R
Κούφωμα με ξύλινο πλαίσιο	< 3	0,9
	3 - 9	0,7
Κούφωμα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο	< 6	0,9
	> 6	0,7

**Πίνακας 3.25.** Συντελεστής λόγω θέσης του ανοίγματος και ανεμόπτωση H για τον υπολογισμό του

Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H			
Ανεμόπτωση	Θέση εξωτερικής επιφάνειας	Τρόπος δόμησης	
		Όψεις σε επαφή με όμορου	Ελεύθερες όψεις
Κανονική	Προστατευμένη	0,78	1,10
	Ελεύθερη	1,32	1,87
	Άκρως απροστάτευτη	1,94	2,71
Ισχυρή	Προστατευμένη	1,32	1,87
	Ελεύθερη	1,94	2,71
	Άκρως απροστάτευτη	2,65	3,65

Γενικά

Χρήση:

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

Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m<sup>2</sup>):

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών:

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m<sup>3</sup>/h):  Αριθμός καμινάδων:  Αριθμός θυρίδων εξαερισμού:

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής:

Σχήμα 3.4 Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης.

### 3.1.2. Δομικά στοιχεία κτιρίου

#### ➤ Αδιαφανείς επιφάνειες

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

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

- **$\gamma$  (deg), Προσανατολισμός:** Εισάγεται ο προσανατολισμός του δομικού στοιχείου. Σύμφωνα με την σύμβαση, για επιφάνεια με προσανατολισμό προς Βορά η τιμή είναι  $0^\circ$ , προς Ανατολή  $90^\circ$ , προς Νότο  $180^\circ$  και προς Δύση  $270^\circ$  (επιτρέπονται και όλες οι ενδιάμεσες τιμές, ανά  $1^\circ$ ).

- **$\beta$  (deg), Κλίση:** Εισάγεται η κλίση του δομικού στοιχείου, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου (ζενίθ) περιοχής. Ένας κατακόρυφος τοίχος έχει κλίση  $90^\circ$ , μια επίπεδη οροφή  $0^\circ$ , ενώ μια πυλωτή  $180^\circ$ .

- **Εμβαδόν (m<sup>2</sup>):** Εισάγεται το συνολικό καθαρό εμβαδόν της αδιαφανούς επιφάνειας (δεν περιλαμβάνονται τα ανοίγματα), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.

- **U (W/m<sup>2</sup>K), Συντελεστής θερμοπερατότητας:** Εισάγεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου. 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 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Για κτίρια που δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία χρησιμοποιούνται εναλλακτικά οι τυπικές κατασκευές δομικών στοιχείων ανά χρονική περίοδο κατασκευής, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1

Το κτίριο ΕΝΠΕΤ κατασκευάστηκε μετά το 1981 σύμφωνα τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων, αλλά δεν υπάρχει μελέτη θερμομόνωσης και ο κανονισμός δεν εφαρμόστηκε πλήρως, πίνακας 3.6. Συνεπώς οι τυπικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων θα ληφθούν από τον πίνακα 3.4α και 3.4β με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ. και ο τελικός υπολογισμός θα γίνει σύμφωνα με το εμβαδόν που καταλαμβάνει το κάθε δομικό στοιχείο της τοιχοποιίας, πίνακας 3.1.

Οπότε για έτος έκδοσης οικοδομικής άδειας μετά το 1981 και για γωνιακό κτίριο, το ποσοστό φέρον οργανισμού υπολογίζεται ως 18% επί της συνολικής επιφάνειας του δομικού στοιχείου της τοιχοποιίας με συντελεστή θερμοπερατότητας για πάχος μικρότερο από 80cm, ανεπίχριστο από την μία όψη και σε επαφή με αέρα  $U=1[W/(m^2.k)]$ , για επαφή με το έδαφος  $U=1,05[W/(m^2.k)]$ . Το υπόλοιπο ποσοστό της επιφάνειας τοιχοποιίας είναι Οπτοπλινθοδομή, μπατική, επιχρισμένη και από της 2 όψεις σε επαφή με αέρα και συντελεστή θερμοπερατότητας  $U=0,85[W/m^2.k]$  για κατακόρυφη τοιχοποιία,  $U=0,95[W/m^2.k]$  για οριζόντια τοιχοποιία (δώμα) και για επαφή με έδαφος  $U=0,9[W/m^2.k]$ . Άρα οι τελικοί συντελεστές θερμοπερατότητας διαμορφώνονται ως εξής:

Κατακόρυφη τοιχοποιία σε επαφή με αέρα

$$U = 0,18 * 1 + 0,82 * 0,85 = 0,877[\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{k}]$$

Οριζόντια τοιχοποιία (δώμα) σε επαφή με αέρα

$$U = 0,18 * 1 + 0,82 * 0,95 = 0,96[\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{k}]$$

Τοιχοποιία σε επαφή με έδαφος

$$U = 0,18 * 1,05 + 0,82 * 0,9 = 0,927[\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{k}]$$

**Πίνακας 3.1.** Συμβατικός τρόπος υπολογισμού του εμβαδού που καταλαμβάνει ο φέρων οργανισμός του κτηρίου ως ποσοστό επί της επιφάνειας της όψης του σε περίπτωση που δεν είναι εφικτή η αποτύπωση του φέροντος οργανισμού.

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 3.4β.** Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία που

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

**Πίνακας 3.4α.** Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία που

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική			Με ανεπαρκή θερμομονωτική		
	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 <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]
<b>Στοιχείο φέροντος οργανισμού οπλισμένου σκυροδέματος (πάχους μικρότερου των 80 cm)</b>						
Ανεπίχριστο από τη μία ή τις δύο όψεις.	3,65	2,75	4,30	1,00	0,90	1,05
Επίχρισμένο και από τις δύο όψεις.	3,40	2,60	-	1,00	0,90	-
Επί ενδεδυμένο με απλή ή διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,45	2,00	2,90	0,90	0,85	0,95
Επί ενδεδυμένο με αργολιθοδομή.	2,90	2,30	3,25	0,90	0,85	0,95
Επί ενδεδυμένο με μαρμάρινες πλάκες.	3,50	2,05	4,00	1,00	0,90	1,05
Επί ενδεδυμένο με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	2,05	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85
<b>Οπτοπλινθοδομή, φέρουσα ή πλήρωσης (με ή χωρίς κλειστό διάκενο αέρος)</b>						
<b>Μπακκή ή δικέλυφη δρομική οπτοπλινθοδομή</b>						
Ανεπίχριστη από τη μία ή τις δύο όψεις.	2,30	1,90	2,55	0,85	0,80	0,90
Επίχρισμένη και από τις δύο όψεις.	2,20	1,85	-	0,85	0,80	-
Επί ενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	1,90	1,60	2,05	0,80	0,75	0,85
Επί ενδεδυμένη με αργολιθοδομή.	2,10	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85
Επί ενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	2,25	1,85	2,45	0,85	0,80	0,85
Επί ενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	1,55	1,35	1,65	0,70	0,70	0,75
<b>Δρομική οπτοπλινθοδομή</b>						
Ανεπίχριστη από τη μία ή τις δύο όψεις.	3,25	2,50	3,75	0,95	0,90	1,00
Επίχρισμένη και από τις δύο όψεις.	3,05	2,40	-	0,95	0,85	-
Επί ενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,50	2,00	2,75	0,85	0,80	0,90
Επί ενδεδυμένη με αργολιθοδομή.	2,80	2,25	3,20	0,90	0,85	0,95
Επί ενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	3,10	2,40	3,55	0,95	0,85	1,00
Επί ενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	1,90	1,65	2,05	0,80	0,75	0,85
<b>Αργολιθοδομή</b>						
Ανεπίχριστη από τη μία ή τις δύο όψεις.	4,25	3,10	5,00	1,05	0,95	1,10
Επίχρισμένη και από τις δύο όψεις.	3,85	2,85	-	1,00	0,95	-
Επί ενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,85	2,30	3,25	0,90	0,85	0,95
Επί ενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	4,10	3,00	4,95	1,00	0,95	1,05
Επί ενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	2,30	1,95	2,60	0,85	0,80	0,90

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου δεν εμπεριέχει τη διόρθωση για τις θερμογέφυρες, πίνακας 3.6 της TOTEE 20701-1. Για παλιά κτίρια, η διόρθωση πραγματοποιείται αυτόματα από το λογισμικό, ανάλογα με την επιλογή του πεδίου "Θερμομόνωση κατακόρυφων δομικών στοιχείων".



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

▪ **α, Απορροφητικότητα:** Καθορίζεται ο συντελεστής απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του δομικού στοιχείου. Εξαρτάται από τον τύπο του δομικού στοιχείου, το υλικό και το χρώμα των τελικών επιστρώσεων, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 20701-1 πίνακας 3.14. Στο λογισμικό εμπεριέχεται ένας κατάλογος με τις τιμές απορροφητικότητας του πίνακα 3.14.

Για κατακόρυφα δομικά στοιχεία του εξεταζόμενου κτιρίου, μέτριας απόχρωσης επιχρίσματος ο συντελεστής απορροφητικότητας α είναι 0,6 και για τα οριζόντια δομικά στοιχεία ανοιχτόχρωμου επιχρίσματος 0,65.

**Πίνακας 3.14.** Τυπικές τιμές ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία.

Περιγραφή επιφάνειας	Ανακλαστικότητα	Απορροφητικότητα
<b>Κατακόρυφα δομικά στοιχεία</b>		
Επιχρίσμα λευκό, λεία επιφάνεια (σπατουλαριστό)	0,70	0,30
Επιχρίσμα ανοιχτόχρωμο (π.χ. ανοιχτό γκρι, μπλε, κίτρινο, ροζ ή γαλάζιο)	0,60	0,40
Επιχρίσμα μέτριας απόχρωσης (π.χ. γκρι, μπλε, σκούρη ώχρα, σομόν)	0,40	0,60
Επιχρίσμα 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
Στίλπνες μεταλλικές επιφάνειες (π.χ. φύλλα αλουμινίου)	0,80	0,20
Αδιαφανές τμήμα γυάλινης πρόσοψης (π.χ. πάνελ με επικάλυψη γυαλιού)	0,40	0,60
<b>Οριζόντια δομικά στοιχεία (οροφές)</b>		
Κόκκινο κεραμίδι	0,40	0,60
Πολύ σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωμάτων (ασφαλτόπανα)	0,10	0,90
Σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωμάτων (π.χ. επικάλυψη με σχιστολιθικές πλάκες, ασφαλτικά κεραμίδια)	0,20	0,80
Ανοιχτόχρωμες επιστρώσεις στεγών ή δωμάτων (π.χ. επικάλυψη με πλάκες πεζοδρομίου, ασφαλτόπανα με χαλαζιακή ψηφίδα)	0,35	0,65
Στίλπνες μεταλλικές επιφάνειες (π.χ. ανακλαστικές μεμβράνες)	0,80	0,20
Γαρμπίλι	0,70	0,30



▪ **ε, Συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας:** Καθορίζεται ο συντελεστής εκπομπής για την θερμική ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του δομικού στοιχείου σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την TOTEE 20701-1 πίνακας 3.15. Στο λογισμικό εμπεριέχεται ένας κατάλογος με τις τιμές εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας του πίνακα 3.15.

Για το εξεταζόμενο κτίριο με σύνηθες δομικό υλικό, ο συντελεστής εκπομπής είναι 0,80.

<b>Πίνακας 3.15. Τιμές του συντελεστή εκπομπής (εκπεμπικότητα) θερμικής ακτινοβολίας.</b>	
<b>Περιγραφή επιφάνειας</b>	<b>Συντελεστής εκπομπής</b>
Σύνηθες δομικό υλικό	0,80
Γυαλί	0,90
Σπλιπνές μεταλλικές επιφάνειες	0,20
Γαρμπίλι	0,30

▪ **Συντελεστές σκίασης:** Τα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου μπορεί να σκιάζονται εξωτερικά λόγω ύπαρξης εξωτερικών εμποδίων αλλά και στοιχείων του ίδιου του κτιρίου, 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 μελέτη ενεργειακής απόδοσης ενός νέου ή ριζικώς ανακαινιζόμενου κτιρίου, είτε για την ενεργειακή επιθεώρηση, με τη χρήση τριών ανεξάρτητων μεταξύ του συντελεστών σκίασης.

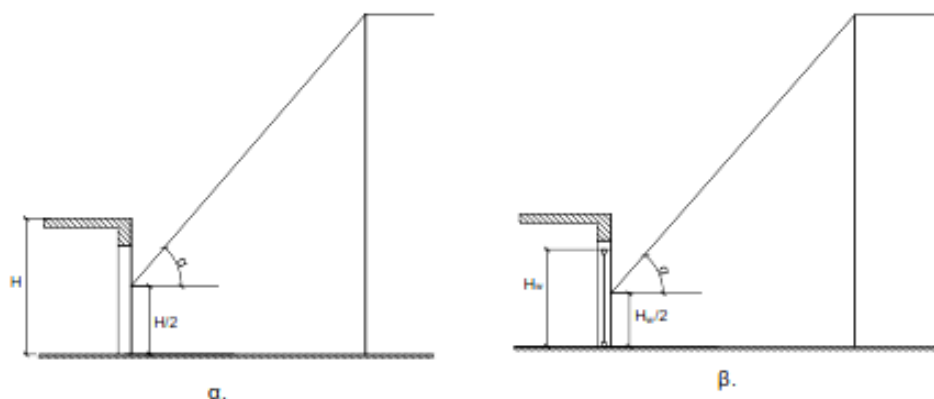
Οι συντελεστές σκίασης, καθορίζονται ανάλογα το είδος των σκίαστρων (οριζόντια, πλευρικά εξωτερικά εμπόδια και σκίαστρα) και την γεωμετρία τους. Επειδή ανάλογα με την εποχή οι συντελεστές σκίασης αλλάζουν, καθορίζονται για κάθε εξωτερική επιφάνεια με ορισμένο προσανατολισμό, οι αντίστοιχοι μέσοι συντελεστές σκίασης, ένας για τη **χειμερινή περίοδο (h)** και ένας για την **θερινή περίοδο (c)**, ανάλογα με το είδος σκίαστρου. Ο συνολικός σκιασμός δομικού στοιχείου προκύπτει ως το γινόμενο των τριών συντελεστών σκίασης.

- του συντελεστή σκίασης από εμπόδιο του περιβάλλοντος χώρου (γειτνιάζοντα κτίρια κ.τ.λ)
- του συντελεστή σκίασης από πλευρικό εμπόδιο
- και του συντελεστή σκίασης από οριζόντιο πρόβολο ή εξωτερικά σκίαστρα 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.

▪ **Συντελεστής σκίασης οριζόντια – χειμώνα  $F_{hor\ h}$ , καλοκαίρι  $F_{hor\ c}$**

Προσδιορίζει τη σκίαση που προκύπτει στις επιφάνειες του κτιρίου από την ύπαρξη φυσικών εμποδίων (π.χ λόφων) ή τεχνητών (π.χ. υψηλών κτιρίων). Όταν ο οριζοντας είναι ελεύθερος ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα ( $F_{hor}=1$ ), ενώ για πλήρη σκίαση παίρνει την τιμή μηδέν ( $F_{hor}=0$ ). Απαραίτητος ο υπολογισμός γωνίας θέασης  $\alpha$ . Στον πίνακα 3.18 και στο σχήμα 3.6 (της TOTEE 20701-1) απεικονίζεται ο τρόπος όπως ορίζεται ο υπολογισμός του συντελεστή σκίασης οριζόντια από την TOTEE 20701-1.



**Σχήμα 3.6.** Γραφική απεικόνιση της γωνίας θέασης  $\alpha$  που σχηματίζουν τα εμπόδια για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλούν σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β).

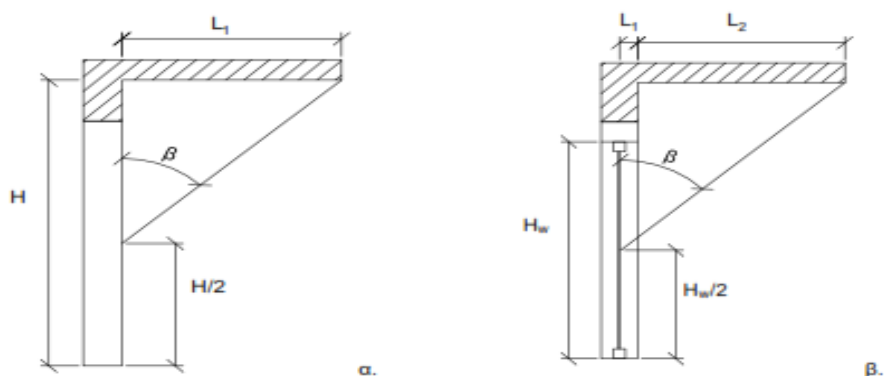
**Πίνακας 3.18.** Συντελεστής σκίασης από οριζόντια  $F_{hor}$ .

Γωνία $\alpha$	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας				
		N	NA και ΝΔ	A και Δ	BA 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

#### ▪ Συντελεστής σκίασης από προβόλους – χειμώνα $F_{ov h}$ , καλοκαίρι $F_{ov c}$

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 την μονάδα ( $F_{ov}=1$ ), ενώ όταν η σκίαση είναι πλήρης ο συντελεστής γίνεται ίσος με μηδέν ( $F_{ov}=0$ ). Απαραίτητος

ο υπολογισμός της γωνίας  $\beta$ . Στον πίνακα 3.19 και στο σχήμα 3.7 (της TOTEE 20701-1) απεικονίζεται ο τρόπος όπως ορίζεται ο υπολογισμός του συντελεστή σκίασης ορίζονται από την TOTEE 20701-1.



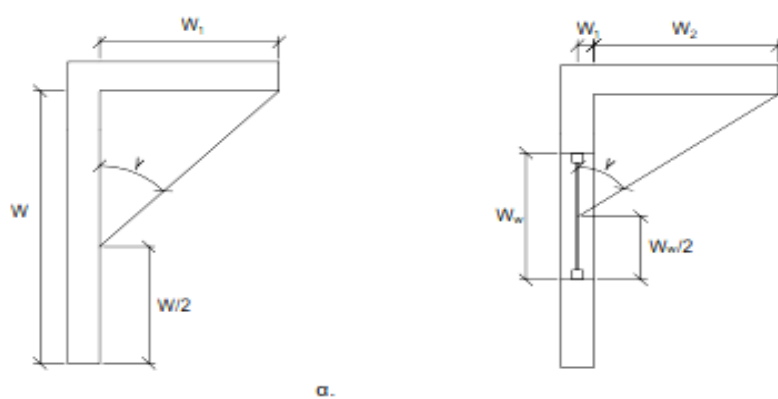
**Σχήμα 3.7.** Γραφική απεικόνιση της γωνίας  $\beta$ , που σχηματίζει πρόβολος με την κατακόρυφη επιφάνεια, για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β).

**Πίνακας 3.19.** Συντελεστής σκίασης από οριζόντιους προβόλους  $F_{ov}$ .

Γωνία $\beta$	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας				
		N	NA και ΝΔ	A και Δ	BA 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

▪ Συντελεστής σκίασης – Πλευρικές προεξοχές χειμώνας  $F_{fin}$  h καλοκαίρι  $F_{fin}$  c

Προσδιορίζει τη σκίαση των επιφανειών του κτιρίου λόγω ύπαρξης κατακόρυφων προεξοχών (πλευρικών προεξοχών, τμημάτων του ίδιου του κτιρίου, διπλανών κτιρίων). 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 ( $F_{fin}=0$ ). Απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας  $\gamma$  της πλευρικής προεξοχής και γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτιρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης. Σε περίπτωση πλευρικών προεξοχών και από τις δύο πλευρές ο συντελεστής σκίασης είναι το γινόμενο των δύο επιμέρους συντελεστών σκίασης. Στον πίνακα 3.20 και στο σχήμα 3.8 (της TOTEE 20701-1) απεικονίζεται ο τρόπος όπως ορίζεται ο υπολογισμός του συντελεστή σκίασης ορίζονται από την TOTEE 20701-1.



Σχήμα 3.8. Γραφική απεικόνιση της γωνίας  $\gamma$  που σχηματίζει η πλευρική προεξοχή για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β).

Πίνακας 3.20.α Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές  $F_{fin}$  από την αριστερή πλευρά.

Γωνία $\gamma$	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας							
		N	ND	Δ	BD	B	BA	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 3.20.β** Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές  $F_{fn}$  από την **δεξιά** πλευρά.

Γωνία $\gamma$	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας							
		N	ΝΔ	Δ	ΒΔ	Β	ΒΑ	Α	ΝΑ
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

Τα δεδομένα εισαγωγής στο λογισμικό TEE-KENAK για τις αδιαφανείς επιφάνειες, σύμφωνα με τους υπολογισμούς και τους προηγούμενους ορισμούς της TOTEE 20701-1, περιλαμβάνονται στο σχήμα 3.5. Για τα αποτελέσματα που εμφανίζονται στο σχήμα 3.5, έχουν προηγηθεί αναλυτικοί υπολογισμοί (παράρτημα Α).

Αδιαφανείς επιφάνειες		Σε επαφή με το έδαφος		Αδιαφανείς επιφάνειες											
Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα															
	Τύπος	Περιγραφή	$\gamma$ (deg)	$\beta$ (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	a* (°)	e* (°)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)	
▶ 1	Τοίχος	Β ΙΣ 1	0	90	10	0.877	0.60	0.80	1	1	0.713	0.749	1	0.899	
2	Τοίχος	Β ΙΣ 2	0	90	11.21	0.877	0.60	0.80	1	1	0.887	0.749	1	1	
3	Τοίχος	Β ΙΣ 3	0	90	11.10	0.877	0.60	0.80	1	1	0.713	0.749	1	0.899	
4	Τοίχος	Α ΙΣ 1	90	90	18.92	0.877	0.60	0.80	1	1	0.433	0.375	0.754	0.931	
5	Τοίχος	Α ΙΣ 2	90	90	34.95	0.877	0.60	0.80	1	1	1	1	1	1	
6	Τοίχος	Ν ΙΣ Δ	180	90	21.47	0.877	0.60	0.80	1	1	1	1	1	1	
7	Τοίχος	Ν ΙΣ 1	180	90	18.09	0.877	0.60	0.80	1	1	1	1	1	1	
8	Τοίχος	Ν ΙΣ 2	180	90	13.28	0.877	0.60	0.80	1	1	0.198	0.288	0.76	0.86	
9	Τοίχος	Δ ΙΣ 1	270	90	18.84	0.877	0.60	0.80	1	1	1	1	1	1	
10	Τοίχος	Δ ΙΣ 2	270	90	34.95	0.877	0.60	0.80	1	1	1	1	1	1	
11	Τοίχος	Β ΥΠ 1	0	90	5.72	0.877	0.60	0.80	1	1	0.919	0.938	1	1	
12	Τοίχος	Β ΥΠ 2	0	90	13.28	0.877	0.60	0.80	1	1	0.847	0.868	1	1	
13	Τοίχος	Ν ΥΠ	180	90	18.39	0.877	0.60	0.80	1	1	1	1	1	1	
14	Τοίχος	Δ ΥΠ	270	90	42.58	0.877	0.60	0.80	1	1	1	1	1	1	
15	Οροφή	Δώμα	0	0	95.46	0.95	0.65	0.80	1	1	1	1	1	1	

Σχήμα 3.5 Αδιαφανή δομικά στοιχεία.

➤ Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος.

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

- Η θερμική αγωγιμότητα του εδάφους
- Το πάχος του στρώματος εδάφους που το διαχωρίζει από τον εξωτερικό αέρα
- Η γεωμετρία του κτιρίου

- Η ίδια η θερμική αντίσταση του δομικού στοιχείου.

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

- Του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  του δομικού στοιχείου πίνακας 3.4β
- Του βάθους έδρασης  $Z$  του δομικού στοιχείου
- Της χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας ( $B'$ )

Ενώ όταν πρόκειται για κατακόρυφο δομικό στοιχείο υπολογίζεται συναρτήσει:

- Του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  του δομικού στοιχείου
- Του βάθους  $Z$ , μέχρι το οποίο φτάνει το δομικό στοιχείο.

### Οριζόντιο δομικό στοιχείο

Στην περίπτωση κτιρίου, το οποίο βρίσκεται σε κεκλιμένο έδαφος ή σε έδαφος με διαφορετικές στάθμες, το βάθος έδρασης της πλάκας θα λαμβάνεται ίσο με το μέσο όρο των διαφορετικών αποστάσεων της πλάκας από την τελική στάθμη εδάφους σε επαφή με το κτίριο. Σχήμα 3.2 και τμήμα του πίνακα 3.8 TOTEE 20701-1.



**Σχήμα 3.2.** Ενδεικτική διατομή κτιρίου για τον προσδιορισμό του το βάθους έδρασης πλάκας επί εδάφους με διαφορετικές στάθμες έδρασης λόγω κεκλιμένου εδάφους.

Για το εξεταζόμενο κτίριο ως χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας  $B'$ , σε m ορίζεται το διπλάσιο του λόγου του καθαρού εμβαδού της πλάκας  $A$  σε  $m^2$  προς την εκτεθειμένη περίμετρό της  $\Pi$  σε m.

$$B' = 2 \cdot \frac{A}{\Pi} = 2 \cdot \frac{197,37}{56,4} \approx 7m$$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας για το δάπεδο επί εδάφους χωρίς θερμομόνωση  $U=3,1[W/(m^2 \cdot K)]$  (πίνακας 3.4β) και ο μέσος όρος του βάθους έδρασης πλάκας 1,7m. Συνεπώς ο τελικός συντελεστής θερμοπερατότητας διαμορφώνεται σύμφωνα με τον πίνακα 3.8 και με γραμμική παρεμβολή, υπολογίζεται σε  $U=0,422[W/(m^2 \cdot K)]$ .

**Πίνακας 3.4β.** Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία που

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

**Πίνακας 3.8.** Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας οριζόντιου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος  $U_{fb}$  [W/(m<sup>2</sup> K)] πλάκας.

Ονομαστικός συντελεστής $U_{fb}$	z [m]	Χαρακτηριστική διάσταση πλάκας B' [m]									
		<2	4	6	8	10	14	18	22	26	>30
3,00	0,00	1,06	0,75	0,59	0,49	0,42	0,33	0,28	0,24	0,21	0,19
	0,50	0,93	0,68	0,54	0,46	0,39	0,31	0,26	0,23	0,20	0,18
	1,00	0,83	0,63	0,51	0,43	0,37	0,30	0,25	0,22	0,19	0,17
	1,50	0,74	0,58	0,47	0,40	0,35	0,28	0,24	0,21	0,18	0,17
	2,00	0,68	0,54	0,44	0,38	0,33	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16

### Κατακόρυφο δομικό στοιχείο

Ο υπολογισμός του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος υπολογίζεται βάση του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας (πίνακας 3.4α) και του βάθους έδρασης Z. Συνεπώς για ονομαστικό συντελεστή  $U=0,927$  [W/m<sup>2</sup>.k] και βάθος  $Z=3,2$ m, ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας σύμφωνα με τον πίνακα 3.7 είναι  $U=0,425$  [W/m<sup>2</sup>.k].

- **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.

- **Α. Βάθος (m):** Εισάγεται το βάθος έδρασης (απόλυτη τιμή) μέσα στο έδαφος από το οποίο ξεκινάει το κατακόρυφο δομικό στοιχείο (τοίχος).

- **Περίμετρος (m):** Εισάγεται η εκτεθειμένη περίμετρος του δαπέδου. Σε περίπτωση τοίχου το πεδίο είναι ανενεργό.



**Πίνακας 3.7.** Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_{TB}$  [ $W/(m^2 K)$ ] ενός κατακόρυφου δομικού στοιχείου

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

Τα δεδομένα εισαγωγής στο λογισμικό TEE-KENAK για τις επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος, σύμφωνα με τους υπολογισμούς και τους προηγούμενους ορισμούς της TOTEE 20701-1, περιλαμβάνονται στο σχήμα 3.6. Σημειωτέο είναι ότι το λογισμικό υπολογίζει αυτόματα τον ισοδύναμο συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$ , ανάλογα με τον ονομαστικό συντελεστή θερμοπερατότητας, το βάθος έδρασης  $Z$  και την περίμετρο πλάκας στην περίπτωση του δαπέδου.

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

	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
1	Τοίχος	Β ΥΠ Ε1	13.28	0.927	3.2	0	
2	Τοίχος	Β ΥΠ Ε2	8.05	0.927	1.3	0	
3	Τοίχος	Α ΥΠ Ε	48.96	0.927	3.2	0	
4	Τοίχος	Ν ΥΠ Ε	20.64	0.927	1.6	0	
5	Δάπεδο	Δάπεδο	197.37	3.1	1.7		56.4
* 6							

Σχήμα 3.6 Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος.

### ➤ Διαφανείς επιφάνειες

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

- **Τύπος:** Καθορίζεται ο τύπος του δομικού στοιχείου: Ανοιγόμενο κούφωμα, Μη ανοιγόμενο κούφωμα. Ανοιγόμενη πρόσοψη, Μη ανοιγόμενη πρόσοψη. Σε περίπτωση που υπάρχουν υαλότουβλα, ο τύπος είναι "Μη ανοιγόμενο κούφωμα"

- **$\gamma$  (deg), Προσανατολισμός:** Εισάγεται ο προσανατολισμός του δομικού στοιχείου. Σύμφωνα με την σύμβαση, για επιφάνεια με προσανατολισμό προς Βορά η τιμή είναι  $0^\circ$ , προς Ανατολή  $90^\circ$ , προς Νότο  $180^\circ$  και προς Δύση  $270^\circ$ .

- **$\beta$  (deg), Κλίση:** Εισάγεται η κλίση του δομικού στοιχείου, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου (ζενίθ περιοχής). Ένας κατακόρυφο άνοιγμα έχει κλίση  $90^\circ$  και ένας φεγγίτης σε μια επίπεδη οροφή  $0^\circ$ .

- **Εμβαδόν (m<sup>2</sup>):** Εισάγεται το συνολικό εμβαδόν της διαφανούς επιφάνειας συμπεριλαμβανομένου και του πλαισίου.

- **U (W/m<sup>2</sup>K), Συντελεστής θερμοπερατότητας ανοίγματος:** Εμφανίζεται ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του κούφωματος (για τον υαλοπίνακα μαζί



με το πλαίσιο), ανάλογα με τον «τύπο ανοίγματος» σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Έχουν προηγηθεί αναλυτικοί υπολογισμοί (παράρτημα Α) για τον συντελεστή θερμοπερατότητας όπως ορίζει η ΤΟΤΕΕ 20701-1 στην παράγραφο 3.2.3 και με βάση την σχέση 3.3.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μονού κουφώματος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + I_g \cdot \Psi_g}{A_w} \quad [3.3.]$$

όπου:	$U_w$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,
	$U_f$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος,
	$U_g$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων),
	$A_f$ [m <sup>2</sup> ]	η επιφάνεια του πλαισίου του κουφώματος,
	$A_g$ [m <sup>2</sup> ]	η επιφάνεια του υαλοπίνακα του κουφώματος,
	$I_g$ [m]	το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (περίμετρος του υαλοπίνακα),
	$\Psi_g$ [W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
	$A_w$ [m <sup>2</sup> ]	το εμβαδό επιφανείας του κουφώματος.

Στην περίπτωση ύπαρξης επικαθήμενου ρολού σε ένα άνοιγμα, τότε στο συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος συνυπολογίζεται και η θερμοπερατότητα του κιβωτίου του ρολού.

▪ **g-w, Διαπερατότητα:** Εμφανίζεται ο συντελεστής συνολικής διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία της διαφανούς επιφάνειας, ανάλογα με τον τύπο ανοίγματος σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 20701-1 πίνακας 3.17. Έχουν προηγηθεί αναλυτικοί υπολογισμοί (παράρτημα Α) για τον συντελεστή διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας όπως ορίζει η ΤΟΤΕΕ 20701-1 βάση σχέσης 3.7 και πίνακα 3.16.

$$g_w = g_{gl}(1 - F_f) \quad [3.7.]$$

όπου:	$F_f$	το ποσοστό πλαισίου στο κούφωμα,
	$g_{gl}$	ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα.

**Συντελεστές σκίασης:** Υπολογίζονται όπως ακριβώς και για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία που έχουν αναφερθεί παραπάνω.

Τα δεδομένα εισαγωγής στο λογισμικό ΤΕΕ-KENAK για τις διαφανείς επιφάνειες, σύμφωνα με τους υπολογισμούς και τους προηγούμενους ορισμούς της ΤΟΤΕΕ 20701-1, περιλαμβάνονται στα σχήματα 3.7 και 3.8.

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

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

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

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
1	Ανοιγόμενο κούφωμα	A. Πόρτα	90	90	4.76	5.7	0.238	1	1	0.459	0.396	0.693	0.911
2	Ανοιγόμενο κούφωμα	Δ. Πόρτα	270	90	3.213	5.455	0.283	1	1	1	1	1	1
3	Ανοιγόμενο κούφωμα	B1	0	90	1.4	4.247	0.505	1	1	0.622	0.671	1	0.89
4	Ανοιγόμενο κούφωμα	B2+B3+B4	0	90	4.2	4.247	0.505	1	1	0.797	0.827	1	1
5	Ανοιγόμενο κούφωμα	B5	0	90	1.4	4.247	0.505	1	1	0.622	0.671	1	0.893
6	Ανοιγόμενο κούφωμα	B6	0	90	1.4	4.247	0.505	1	1	0.622	0.671	1	0.891
7	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	N1	180	90	3.752	4.006	0.230	1	1	1	1	1	1
8	Ανοιγόμενο κούφωμα	N2+N4	180	90	3.036	4.205	0.513	1	1	1	1	1	1
9	Ανοιγόμενο κούφωμα	N3	180	90	1.476	4.218	0.511	1	1	1	1	1	1
10	Ανοιγόμενο κούφωμα	N5	180	90	1.65	4.175	0.519	1	1	1	1	1	1
11	Ανοιγόμενο κούφωμα	N6	180	90	1.294	4.269	0.501	1	1	1	1	1	1
12	Ανοιγόμενο κούφωμα	N7	180	90	0.525	5.003	0.367	1	1	1	1	1	1
13	Ανοιγόμενο κούφωμα	N8	180	90	0.427	5.017	0.364	1	1	1	1	1	1
14	Ανοιγόμενο κούφωμα	N9+N10	180	90	1.944	4.408	0.476	1	1	1	1	1	1
▶ 15	Ανοιγόμενο κούφωμα	N11	180	90	0.99	4.4	0.477	1	1	1	1	1	1

Σχήμα 3.7 Διαφανείς επιφάνειες

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

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

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

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
12	Ανοιγόμενο κούφωμα	N7	180	90	0.525	5.003	0.367	1	1	1	1	1	1
13	Ανοιγόμενο κούφωμα	N8	180	90	0.427	5.017	0.364	1	1	1	1	1	1
14	Ανοιγόμενο κούφωμα	N9+N10	180	90	1.944	4.408	0.476	1	1	1	1	1	1
▶ 15	Ανοιγόμενο κούφωμα	N11	180	90	0.99	4.4	0.477	1	1	1	1	1	1
16	Ανοιγόμενο κούφωμα	N12+N14	180	90	1.98	4.4	0.477	1	1	1	1	1	1
17	Ανοιγόμενο κούφωμα	N13	180	90	1.035	4.381	0.481	1	1	1	1	1	1
18	Ανοιγόμενο κούφωμα	N15+N16	180	90	2.25	4.347	0.487	1	1	1	1	1	1
19	Ανοιγόμενο κούφωμα	Δ1+Δ2+Δ3	270	90	4.843	4.176	0.518	1	1	1	1	1	1
20	Ανοιγόμενο κούφωμα	Δ4+Δ5	270	90	0.997	4.997	0.368	1	1	1	1	1	1
21	Ανοιγόμενο κούφωμα	Δ6+Δ7+Δ8	270	90	0.732	5.409	0.292	1	1	1	1	1	1
22	Ανοιγόμενο κούφωμα	Δ9+Δ10	270	90	1.44	4.824	0.399	1	1	1	1	1	1
23	Ανοιγόμενο κούφωμα	B7+B9	0	90	0.625	5.169	0.336	1	1	0.933	0.95	1	1
24	Ανοιγόμενο κούφωμα	B8	0	90	0.326	5.245	0.322	1	1	0.933	0.95	1	1
* 25													

Σχήμα 3.8 Διαφανείς επιφάνειες

### 3.1.3. Συστήματα κτιρίου

#### ➤ Συστήματα Θέρμανση-ψύξης

Εκτός από τον κατάλληλο αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και τις αντίστοιχες επιλογές για τα στοιχεία του κελύφους του κτιρίου, ώστε να περιοριστούν κατά το δυνατόν περισσότερο τα θερμικά και ψυκτικά φορτία, σημαντικό ρόλο παίζει και ο σωστός σχεδιασμός των εγκαταστάσεων θέρμανσης-ψύξης, φωτισμού και όλων των υπολοίπων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων ανάλογα με την χρήση του κτιρίου, το προφίλ λειτουργίας κ.α.

Στο κτίριο ENPIET ως συστήματα θέρμανσης και ψύξης χρησιμοποιούνται οχτώ τοπικές αερόψυκτες αντλίες θερμότητας σε κάθε χώρο εκ των οποίων καμία δεν διαθέτει σύστημα inverter για εξοικονόμηση ενέργειας. Πιο αναλυτικά:

- 1 Α.Θ. 5ετίας με ικανότητα θέρμανσης 23884 Btu/h ή 7000 w και ψύξης 22007 Btu/h ή 6450 w.
- 2 Α.Θ. 5ετίας με ικανότητα θέρμανσης 12500 Btu/h ή 3663 w και ψύξης 12000 Btu/h ή 3517 w.

- 5 Α.Θ. 10ετίας για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα χαρακτηριστικά στοιχεία, ωστόσο η ικανότητα θέρμανσης εκτιμάται στα 12500Btu/h και ψύξης 12000 Btu/h.

Στα σχήματα 3.9 και 3.10 απεικονίζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των τριών πρώτων συστημάτων.

Inventor® AIR CONDITIONER OUTDOOR UNIT			
EVO-24			
(ISO 5151)			
Model		Cooling Capacity	6450W
Rated Voltage	220-240V~	Heating Capacity	7000W
Rated Frequency	50Hz	Cooling Power Input	1985W
Climate Type	T1	Heating Power Input	1930W
Weight	52kg	Cooling Rated Input	2500W
Isolation	I	Heating Rated Input	2700W
Refrigerant	R410A	Sound Pressure Level	54dB(A)
Refri. Charge	1.4kg	Moisture Protection	3.8/1.2MPa
Comp. LRA	41A	IP24	
Maximum Allowable Pressure			
Operating Pressure (Discharge Side/Suction Side)			
Installation Date	2011/06		
Contains fluorinated greenhouse gases covered by the Kyoto Protocol			

Σχήμα 3.9 Τεχνικά χαρακτηριστικά τοπικής αντλίας θερμότητας 23884/22007 Btu/h

SPLIT TYPE AIR CONDITIONER			
MODEL		MSR-12HRN1(R6)	
COOLING CAPACITY		12000Btu/h	
HEATING CAPACITY		12500Btu/h	
REFRIGERANT		R410A/620g	
EXCESSIVE OPERATING PRESSURE		DISCHARGE	4.2MPa
		SUCTION	1.5MPa
WEIGHT	INDOOR	7kg	
	OUTDOOR	24.5kg	
POWER SOURCE		220-240V~ 50Hz, 1Ph	
STANDARD RATING CONDITIONS	COOLING	CURRENT	4.9A
		INPUT	1095W
	HEATING	CURRENT	4.5A
		INPUT	1015W
RATED CURRENT		8.0A	
RATED INPUT		1500W	
OUTDOOR UNIT RESISTANCE CLASS		IP 24	

Σχήμα 3.10 Τεχνικά χαρακτηριστικά τοπικής αντλίας θερμότητας 12500/12000 Btu/h

▪ **Συντελεστής επίδοσης, COP Θέρμανσης - EER ψύξης:** Εισάγεται ο συντελεστής επίδοσης σε περίπτωση που γίνεται χρήση μονάδας αντλίας θερμότητας, σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της μονάδας. Ο συντελεστής επίδοσης υπολογίζεται βάση την ικανότητα της μονάδας σε θέρμανση/ψύξη διά την ισχύ που καταναλώνει σε θέρμανση/ψύξη αντίστοιχα (π.χ. Cooling capacity/cooling input).

Για τις τοπικές αερόψυκτες μονάδες αντλιών θερμότητας, για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία ο βαθμός επίδοσης COP και EER για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του προς επιθεώρηση κτιρίου λαμβάνεται:

- 1,7 COP και 1,5 EER για συστήματα 20-ετίας
- 2,2 COP και 2 EER για συστήματα 10-ετίας

Συνεπώς για τις 5 Α.Θ. 10ετίας ο συντελεστής COP=2,2 και ο συντελεστής EER=2, ενώ για τις υπόλοιπες Α.Θ. υπολογίζεται ως εξής:

- Α.Θ. 23884/22007 Btu/h

$$COP = \frac{7000W}{1930W} \cong 3,6 \quad EER = \frac{6450W}{1985W} \cong 3,2$$

- Α.Θ. 12500/12000 Btu/h

$$COP = \frac{3663W}{1015W} \cong 3,6 \quad EER = \frac{3517W}{1095W} \cong 3,2$$

▪ **Βαθμός απόδοσης:** Για τις τοπικές ηλεκτρικές μονάδες ο βαθμός απόδοσης είναι 100% (δηλαδή 1) και δεν μεταβάλλεται λόγω γήρανσης, εκτός και εάν υπάρχουν σοβαρές φθορές, βάση της TOTEE 20701-1.

▪ **Ποσοστό κάλυψης Ιαν-Δεκ:** Εισάγεται το μέσο μηνιαίο ποσοστό κάλυψης (από 0 μέχρι 1) της απαιτούμενης θερμικής ενέργειας για την θέρμανση της ζώνης από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής θερμικής ενέργειας, κατά την περίοδο λειτουργίας της θερμικής ζώνης. Το 1 σημαίνει 100% και το 0 σημαίνει μηδενική κάλυψη. Το άθροισμα όλων των ποσοστών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής θερμικής/ψυκτικής ενέργειας, πρέπει να ισούται με μονάδα (1) σε μηνιαία βάση (ανεξάρτητα αν λειτουργεί ή όχι το σύστημα θέρμανσης/ψύξης). Ο καταμερισμός ποσοστού κάλυψης από τις οχτώ τοπικές αερόψυκτες Α.Θ. γίνεται με βάση τον θερμαινόμενο/ψυχόμενο όγκο που καλύβουν δια τον συνολικό όγκο του κτιρίου, μιας και δεν υπάρχει διαχωρισμός θερμικών ζωνών, ώστε στο άθροισμά τους να αποδίδουν μονάδα.

Τα δεδομένα εισαγωγής στο λογισμικό TEE-KENAK για τα συστήματα θέρμανσης/ψύξης, σύμφωνα με τους υπολογισμούς και τους προηγούμενους ορισμούς της TOTEE 20701-1, περιλαμβάνονται στα σχήματα 3.7 έως 3.10.

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

Θέρμανση Ψύξη ΖHX Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Απ. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
1	Τοπική αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	1.93	1.0	3.6	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0	0	0	0	0	0.25	0.25
2	Τοπική αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	1.015	1.0	3.6	0.13	0.13	0.13	0.13	0	0	0	0	0	0	0.13	0.13
3	Τοπική αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	1.015	1.0	3.6	0.12	0.12	0.12	0.12	0	0	0	0	0	0	0.12	0.12
4	Τοπική αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	1.015	1.0	2.2	0.13	0.13	0.13	0.13	0	0	0	0	0	0	0.13	0.13

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Απ. (-)	Μόνωση
1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου			1	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Θερμικές μονάδες

	Τύπος	B. Απ. (-)
1		1

Βοηθητικές μονάδες

*	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
1		1	0

Σχήμα 3.7 Συστήματα θέρμανσης (1-4 τοπικές αερόψυκτες Α.Θ.)

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

Θέρμανση Ψύξη ZNX Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (°)	COP (°)	Jan (°)	Φεβ (°)	Mar (°)	Apr (°)	Μαϊ (°)	Ιουν (°)	Ιουλ (°)	Αυγ (°)	Σεπ (°)	Οκτ (°)	Νοε (°)	Δεκ (°)
5	Τοπική αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	1.015	1.0	2.2	0.11	0.11	0.11	0.11	0	0	0	0	0	0	0.11	0.11
6	Τοπική αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	1.015	1.0	2.2	0.11	0.11	0.11	0.11	0	0	0	0	0	0	0.11	0.11
7	Τοπική αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	1.015	1.0	2.2	0.075	0.075	0.075	0.075	0	0	0	0	0	0	0.075	0.075
8	Τοπική αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	1.015	1.0	2.2	0.075	0.075	0.075	0.075	0	0	0	0	0	0	0.075	0.075

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An. (°)	Μόνωση
1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου			1	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. An. (°)
1		1

Βοηθητικές μονάδες

*	Τύπος	Αρ. (°)	Ισχύς (kW)
1		1	0

Σχήμα 3.8 Συστήματα θέρμανσης (5-8 τοπικές αερόψυκτες Α.Θ.)

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

Θέρμανση Ψύξη ZNX Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (°)	EER (°)	Jan (°)	Φεβ (°)	Mar (°)	Apr (°)	Μαϊ (°)	Ιουν (°)	Ιουλ (°)	Αυγ (°)	Σεπ (°)	Οκτ (°)	Νοε (°)	Δεκ (°)
1	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	1.985	1.0	3.2	0	0	0	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0	0
2	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	1.095	1.0	3.2	0	0	0	0	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0	0	0
3	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	1.095	1.0	3.2	0	0	0	0	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0	0	0
4	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	1.095	1.0	2	0	0	0	0	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0	0	0

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An. (°)	Μόνωση
1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου			1	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. An. (°)
1		1

Βοηθητικές μονάδες

*	Τύπος	Αρ. (°)	Ισχύς (kW)
1		1	0

Σχήμα 3.9 Συστήματα ψύξης (1-4 τοπικές αερόψυκτες Α.Θ.)

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

Θέρμανση Ψύξη ZNX Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (°)	EER (°)	Jan (°)	Φεβ (°)	Mar (°)	Apr (°)	Μαϊ (°)	Ιουν (°)	Ιουλ (°)	Αυγ (°)	Σεπ (°)	Οκτ (°)	Νοε (°)	Δεκ (°)
5	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	1.095	1.0	2	0	0	0	0	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0	0	0
6	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	1.095	1.0	2	0	0	0	0	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0	0	0
7	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	1.095	1.0	2	0	0	0	0	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0	0	0
8	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	1.095	1.0	2	0	0	0	0	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0	0	0

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An. (°)	Μόνωση
1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου			1	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. An. (°)
1		1

Βοηθητικές μονάδες

*	Τύπος	Αρ. (°)	Ισχύς (kW)
1		1	0

Σχήμα 3.10 Συστήματα ψύξης (5-8 τοπικές αερόψυκτες Α.Θ.)



➤ Φωτισμός

Η κατανάλωση ενέργειας από τα συστήματα φωτισμού συνυπολογίζεται βάσει του Κ.Εν.Α.Κ μόνο για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων του τριτογενούς τομέα, στο οποίο ανήκει και το κτίριο ΕΝΠΕΤ. Για τα κτίρια γραφείων η απαιτούμενη στάθμη φωτισμού είναι 500 [lx], σύμφωνα με τον πίνακα 2.4 της ΤΟΤΕΕ 20701-1.

**Πίνακας 2.4.** Στάθμη γενικού (όχι ειδικού) φωτισμού και εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού κτηρίου αναφοράς ανά χρήση

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m <sup>2</sup> ]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Γραφείο	500	16	0,8

Για την απλοποίηση υπολογισμών φωτισμού, η ΤΟΤΕΕ 20701-1 χρησιμοποιεί τον πίνακα 5.1α όπου για κάθε τύπο λαμπτήρα έχει τυπικές τιμές πυκνότητας ισχύος φωτισμού ανά 100lux για την επιθεώρηση κτιρίων.

**Πίνακας 5.1α.** Τυπικές τιμές πυκνότητας ισχύος φωτισμού ανά 100lux, για επιθεώρηση κτιρίων.

Φωτιστικά με λαμπτήρες	Πυκνότητα ισχύος ανά 100 lx [W/m <sup>2</sup> /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

Με αυτή τη μέθοδο οι υπολογισμοί για το κτίριο ΕΝΠΕΤ, με λαμπτήρες συμπαγής φθορισμού 4,5 [W/m<sup>2</sup>/100lux], σε σύγκριση με το κτίριο αναφοράς έχουν ως εξής:

<p>Κτίριο ΕΝΠΕΠ</p> $500\text{lux} \cdot 4,5 [\text{W}/\text{m}^2/100\text{lux}] = 22,5 \text{ W}/\text{m}^2$ $22,5 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot 357,44\text{m}^2 = 8.042,4\text{W}$	<p>Κτίριο αναφοράς</p> $500\text{lux} \cdot 3,2 [\text{W}/\text{m}^2/100\text{lux}] = 16 \text{ W}/\text{m}^2$ $16 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot 357,44\text{m}^2 = 5.719\text{W}$
--	---

Το ποσοστό περιοχής φυσικού φωτισμού (ΦΦ) υπολογίζεται στο λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ μόνο όταν στο κτίριο υπάρχουν αυτοματισμοί ελέγχου φυσικού φωτισμού και αυτοματισμοί ελέγχου κίνησης σε ποσοστό μεγαλύτερο από 60% στο σύνολο των φωτιστικών. Στο κτίριο δεν υπάρχουν αυτοματισμοί στα φωτιστικά, άρα και ο διακόπτης λειτουργίας είναι χειροκίνητος. Τα δεδομένα εισαγωγής στο λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ για τον φωτισμό, σύμφωνα με τους υπολογισμούς και τους προηγούμενους ορισμούς της ΤΟΤΕΕ 20701-1, περιλαμβάνονται στο σχήμα 3.11

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

Θέρμανση | Ψύξη | ZNX | **Φωτισμός**

Εγκατεστημένη ισχύς (kW):

Περιοχή ΦΦ (%):

Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ: 2. Χειροκίνητος

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

Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας

Φωτισμός ασφαλείας

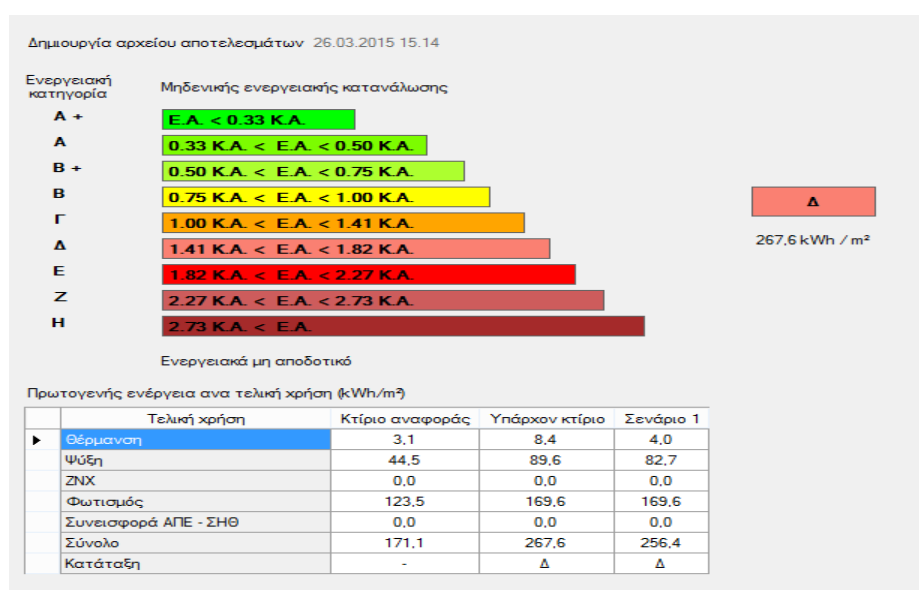
Σύστημα εφεδρείας

Σχήμα 3.11 Φωτισμός

### 3.2.Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου ENPIET

Μετά την εισαγωγή όλων των δεδομένων του κτιρίου όπως αναφέρθηκαν, πραγματοποιούνται οι απαραίτητοι υπολογισμοί από το λογισμικό TEE KENAK. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν για ενεργειακή κατάταξη και απαιτήσεις-καταναλώσεις είναι με βάση την σύγκριση των αντίστοιχων δεδομένων και προδιαγραφών του κτιρίου αναφοράς.

**Ενεργειακή κατάταξη:** Σε αυτή την καρτέλα παρουσιάζεται η ενεργειακή κατηγορία του κτιρίου, βάση την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργεια ανά τελική χρήση, για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό καθώς και την συνεισφορά από ΑΠΕ.( Για τα κτίρια τριτογενούς τομέα δεν υπολογίζεται η κατανάλωση ZNX και η συνεισφορά από ΣΗΘ). Η καρτέλα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.12 και γίνεται μία σύγκριση με το σενάριο 1, όπου εμφανίζονται τα αντίστοιχα αποτελέσματα στην περίπτωση που στο κτίριο υπήρχε πλήρης εφαρμογή κατά τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων.



Σχήμα 3.12 Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου – Σύγκριση με πλήρη εφαρμογή Κ.Θ.Κ

**Απαιτήσεις – Κατανάλωση:** Σε αυτή την καρτέλα παρουσιάζονται αναλυτικά, σε ετήσια μορφή με μηνιαίο βήμα, οι ενεργειακές απαιτήσεις (KWh/m<sup>2</sup>), οι ενεργειακές καταναλώσεις (KWh/m<sup>2</sup>), η ετήσια κατανάλωση καυσίμων (KWh/m<sup>2</sup>) και εκπομπών CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>) για το κτίριο αναφοράς, το υπάρχον κτίριο και όλα τα σενάρια. Οι καρτέλες παρουσιάζονται στα σχήματα 3.13-3.15.

Κτίριο αναφοράς														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	1,1	0,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	3,3
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	7,8	14,2	13,8	3,1	0,0	0,0	0,0	40,8
	Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,1
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,9	5,3	5,2	1,2	0,0	0,0	0,0	15,3
	ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	3,6	3,3	3,6	3,5	3,6	3,5	3,6	3,5	3,6	3,5	3,6	3,5	42,6
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	4,0	3,6	3,8	3,5	4,3	6,4	8,9	8,8	4,7	3,6	3,5	3,8	59,0
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )		Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )										
▶	Ηλεκτρισμός	59,0		58,4										
	Πετρέλαιο	0,0		0,0										
	Φυσικό αέριο	0,0		0,0										
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0		0,0										
	Ηλιακή	0,0		0,0										
	Βιομάζα	0,0		0,0										
	Γεωθερμία	0,0		0,0										
	Άλλο ΑΠΕ	0,0		0,0										
	Σύνολο	59,0		58,4										

Σχήμα 3.13 Απαιτήσεις – Καταναλώσεις για το κτίριο αναφοράς

Υπάρχον κτίριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	1,7	1,4	0,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,0	5,2
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	9,6	17,5	17,0	3,9	0,0	0,0	0,0	50,4
	Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	0,9	0,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	2,9
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	5,9	10,7	10,4	2,4	0,0	0,0	0,0	30,9
	ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	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 απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	5,9	5,2	5,5	4,8	6,5	10,7	15,7	15,4	7,2	5,0	4,9	5,5	92,3
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )		Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )										
▶	Ηλεκτρισμός	92,3		91,3										
	Πετρέλαιο	0,0		0,0										
	Φυσικό αέριο	0,0		0,0										
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0		0,0										
	Ηλιακή	0,0		0,0										
	Βιομάζα	0,0		0,0										
	Γεωθερμία	0,0		0,0										
	Άλλο ΑΠΕ	0,0		0,0										
	Σύνολο	92,3		91,3										

Σχήμα 3.14 Απαιτήσεις – Καταναλώσεις για το υπάρχον κτίριο



Σενάριο 1														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
►	Θέρμανση	0,9	0,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	2,6
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	9,0	15,8	15,5	3,8	0,0	0,0	0,0	46,5
	Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
►	Θέρμανση	0,5	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,4
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	5,5	9,7	9,5	2,3	0,0	0,0	0,0	28,5
	ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	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 απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	5,5	4,9	5,2	4,8	6,5	10,3	14,7	14,5	7,1	5,0	4,8	5,2	88,5
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )		Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )										
►	Ηλεκτρισμός	88,5		87,5										
	Πετρέλαιο	0,0		0,0										
	Φυσικό αέριο	0,0		0,0										
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0		0,0										
	Ηλιακή	0,0		0,0										
	Βιομάζα	0,0		0,0										
	Γεωθερμία	0,0		0,0										
	Άλλο ΑΠΕ	0,0		0,0										
	Σύνολο	88,5		87,5										

Σχήμα 3.15 Απαιτήσεις – Καταναλώσεις για το σενάριο 1 (πλήρης εφαρμογή Κ.Θ.Κ.)

Από την σύγκριση αποτελεσμάτων του υπάρχοντος κτιρίου και το σενάριο της πλήρης εφαρμογής Κ.Θ.Κ., υπολογίσουμε την διαφορά στην τελική πρωτογενής ενέργεια για το σύνολο του κτιρίου σε  $11,2 \text{ kWh/m}^2 * 357,44 \text{ m}^2 = \mathbf{4003,3 \text{ kWh}}$  ετησίως και την διαφορά σε εκπομπές CO<sub>2</sub>=  $1 \text{ kg/m}^2 * 357,44 \text{ m}^2 = \mathbf{357,44 \text{ kg}}$  ετησίως.

## 4. Ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίου

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα εφαρμοστούν μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας και θα αξιολογηθούν οι κυρίως επεμβάσεις που εφαρμόζονται στην περίπτωση ριζικής ανακαίνισης κτιρίου, σύμφωνα με την τεχνοοικονομική ανάλυση που παρέχει το λογισμικό TEE KENAK. Στόχος είναι η μείωση ενεργειακών καταναλώσεων στο ελάχιστο ώστε να επιτευχθεί η ενεργειακή κατηγορία A+ και το κτίριο να έχει προδιαγραφές σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας.

### 4.1.Επεμβάσεις κτιριακού κελύφους

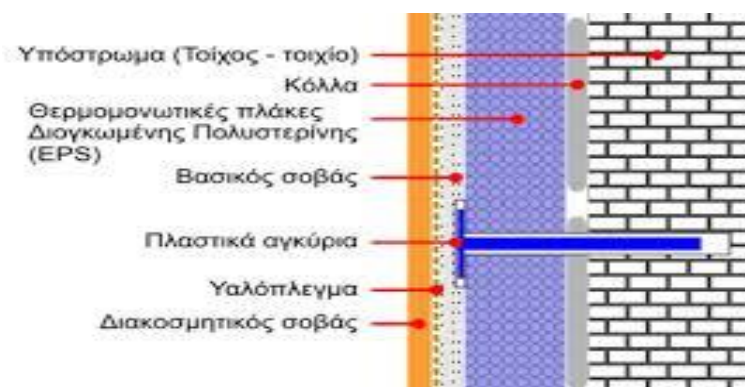
Ένα δραστικό μέτρο για την μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων του κτιρίου σε ανάγκες θέρμανσης/ψύξης είναι οι μονώσεις στην εξωτερική τοιχοποιία, στο δώμα καθώς και η αντικατάσταση κουφωμάτων, ώστε να προκύψει ένας μειωμένος συντελεστής θερμοπερατότητας U [ $\text{w}/\text{m}^2 \cdot \text{k}$ ].

#### 4.1.1. Εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας και δώματος

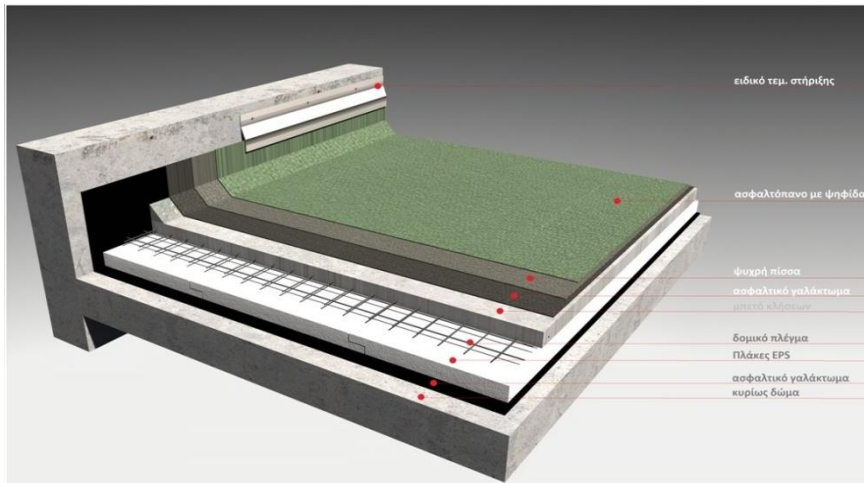
Κατά την εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης, επικολλούνται θερμομονωτικές πλάκες ειδικών προδιαγραφών στην εξωτερική τοιχοποιία και το δώμα. Μερικά από τα πλεονεκτήματα της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι:

- Περιορίζει στο ελάχιστο την ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ του εξωτερικού και του εσωτερικού περιβάλλοντος.
- Δίνει την δυνατότητα πλήρους κάλυψης όλων των δομικών στοιχείων με αποτέλεσμα να τα προστατεύει από τις καταπονήσεις που δέχονται λόγω των μεταβολών της εξωτερικής θερμοκρασίας.
- Μειώνει στο ελάχιστο την πιθανότητα σχηματισμού θερμογεφυρών.
- Διατηρεί υψηλή εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία με αποτέλεσμα να εμποδίζει την εμφάνιση υγρασίας.

Το πιο διαδεδομένο θερμομονωτικό υλικό που χρησιμοποιείται στη εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας και δώματος είναι η διογκωμένη πολυστερίνη. Στα σχήματα 4.1 και 4.2 παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο εφαρμόζεται.



Σχήμα 4.1 Παράδειγμα εφαρμογής εξωτερικής θερμομόνωσης.



Σχήμα 4.2 Παράδειγμα εφαρμογής θερμομόνωσης δώματος

Τα σενάρια τα οποία θα αναλύσουμε με το λογισμικό TEE KENAK είναι η εφαρμογή θερμομονωτικού υλικού σε εξωτερική τοιχοποιία και δώμα πάχους 5cm και 7cm και η εφαρμογή θερμομονωτικού υλικού μόνο στο δώμα πάχους 5cm (συντελεστής  $\lambda=0,035$ ). Για τις παραπάνω περιπτώσεις υπολογίστηκε ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  ( $w/m^2.k$ ) όπως διαμορφώνεται με τις επεμβάσεις και παρουσιάζεται στον πίνακα 4.1.

Δώμα	d (m)	$\lambda$ (w/mk)	d/ $\lambda$	1/U	Εξωτ. Τοιχ.	d (m)	$\lambda$ (w/mk)	d/ $\lambda$	1/U
Μονωτικό	0,05	0,035	1,429	2,497	Μονωτικό	0,05	0,035	1,429	2,569
Ασφαλτόπανο	0,003	0,19	0,016	<b>U (<math>w/m^2.K</math>)</b>	Τοιχοποιία			1,140	<b>U (<math>w/m^2.K</math>)</b>
Τοιχοποιία			1,053	<b>0,400</b>					<b>0,389</b>
Δώμα	d (m)	$\lambda$ (w/mk)	d/ $\lambda$	1/U	Εξωτ. Τοιχ.	d (m)	$\lambda$ (w/mk)	d/ $\lambda$	1/U
Μονωτικό	0,07	0,035	2,000	3,068	Μονωτικό	0,07	0,035	2,000	3,140
Ασφαλτόπανο	0,003	0,19	0,016	<b>U (<math>w/m^2.K</math>)</b>	Τοιχοποιία			1,140	<b>U (<math>w/m^2.K</math>)</b>
Τοιχοποιία			1,053	<b>0,326</b>					<b>0,318</b>

Πίνακας 4.1 Διαμόρφωση συντελεστών θερμοπερατότητας

Το κόστος για την θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας για πάχος θερμομονωτικού υλικού 5cm και 7cm είναι 27 και 31 €/m<sup>2</sup>, ενώ για το δώμα είναι 31 και 34 €/m<sup>2</sup> αντίστοιχα. Σημειωτέο είναι ότι στα σενάρια με θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας και δώματος αποφεύγεται ο σχηματισμός θερμογεφυρών και αφαιρείται η επιλογή «θερμομόνωση των κατακόρυφων δομικών» στοιχείων, ώστε να μην γίνει η αυτόματη προσαύξηση από το λογισμικό.

➤ Αποτελέσματα υπολογισμών λογισμικού TEE KENAK (σχήματα 4.3 και 4.4)

Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )						
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
►	Θέρμανση	3,1	8,4	2,8	2,3	6,1
	Ψύξη	44,5	89,6	76,8	75,3	82,0
	ΖΝΧ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	123,5	169,6	169,6	169,6	169,6
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	171,1	267,6	249,2	247,2	257,7
	Κατάταξη	-	Δ	Δ	Δ	Δ

Σχήμα 4.3 Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση σεναρίων θερμομόνωσης κτιριακού κελύφους.

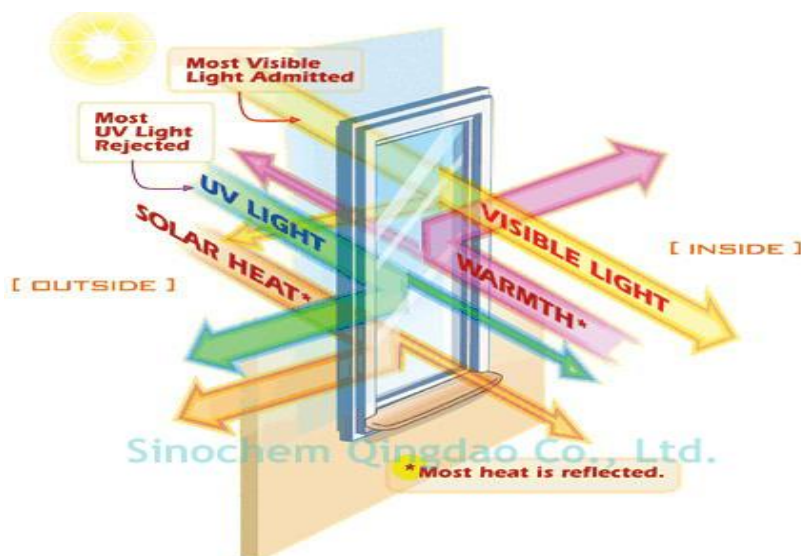
Κόστη και περίοδος αποπληρωμής						
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
►	Λειτουργικό κόστος (€)	2.385,4	3.727,8	3.473,9	3.446,4	3.589,1
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			13.398,4	15.293,9	6.033,3
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			18,4	20,5	9,9
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			6,9	7,6	3,7
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			2,0	2,1	1,7
	Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			6,2	6,9	3,4
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			52,8	54,3	43,5

Σχήμα 4.4 Τεχνοοικονομική ανάλυση σεναρίων θερμομόνωσης κτιριακού κελύφους

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα από την τεχνοοικονομική ανάλυση των σεναρίων θερμομόνωσης κτιριακού κελύφους εκτιμάται ότι παρά την σημαντική βελτίωση των συντελεστών θερμοπερατότητας η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται είναι ελάχιστη. Επιπλέον σε σύγκριση με το αρχικό κόστος και την περίοδο αποπληρωμής, η επένδυση κρίνεται μη συμφέρουσα.

#### 4.1.2. Αντικατάσταση κουφωμάτων

Ενεργειακοί υαλοπίνακες ή υαλοπίνακες νέας γενιάς χαμηλής εκπομπής (Low Emissivity) είναι τα τζάμια που στην εσωτερική πλευρά ενός εκ των δύο υπάρχει μια ειδική επίστρωση μεταλλικών οξειδίων η οποία εμφανίζει υψηλή ανακλαστικότητα στο υπέρυθρο τμήμα της ηλιακής ακτινοβολίας. Σαν αποτέλεσμα επιτρέπει στο φως να περάσει μέσα από αυτά, ενώ μειώνει τη μεταφορά θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το περιβάλλον και αντίστροφα. Έτσι το χειμώνα δεν έχουμε διαφυγή της εσωτερικής θερμότητας προς τα έξω και το καλοκαίρι εμποδίζεται η είσοδος της ανεπιθύμητης θερμότητας του ήλιου προς το εσωτερικό. Στο σχήμα 4.5 απεικονίζεται ο τρόπος λειτουργίας του.



Σχήμα 4.5 Τρόπος λειτουργίας ενεργειακών υαλοπινάκων

Επιπλέον με τα ενεργειακά κουφώματα παρέχεται σημαντική βελτίωση στους συντελεστές θερμοπερατότητας, και βέλτιστη αεροστεγανότητα κουφωμάτων.

Οι υπολογισμοί γίνονται όπως αναφέρθηκαν και στο κεφάλαιο 3 με τα νέα τεχνικά χαρακτηριστικά των ενεργειακών υαλοπινάκων (Παράρτημα Α), όπως αναγράφονται από τα πιστοποιημένα τεχνικά χαρακτηριστικά τους (Παράρτημα Β).

- Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου  $U_f=1,7 \text{ w/m}^2.k$
- Συντελεστής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα  $U_g=1 \text{ w/m}^2.k$
- Συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους  $g=0,42$
- Γραμμική θερμοπερατότητα υαλοπίνακα  $\psi_g=0,08 \text{ w/m.k}$
- Συντελεστής αεροδιαπερατότητας  $\alpha=1,2 \text{ m}^3/h.m$

Το κόστος για την αντικατάσταση κουφωμάτων μεταβάλλεται ανάλογα με τις διαστάσεις του κουφώματος, μία μέση τιμή που προκύπτει είναι περίπου  $250 \text{ €/m}^2$ .

➤ Αποτελέσματα υπολογισμών λογισμικού TEE KENAK (σχήματα 4.6 και 4.7)

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )				
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Θέρμανση	3,1	8,4	5,8
	Ψύξη	44,5	89,6	80,8
	ZNX	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	123,5	169,6	169,6
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	171,1	267,6	256,2
	Κατάταξη	-	Δ	Δ

Σχήμα 4.6 Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση σεναρίου αντικατάστασης κουφωμάτων

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής				
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	2.385,4	3.727,8	3.570,5
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			9.830,4
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			11,4
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			4,3
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			2,4
	Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			3,9
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			62,5

Σχήμα 4.7 Τεχνοοικονομική ανάλυση σεναρίου αντικατάστασης κουφωμάτων

Κατά την αξιολόγηση της επέμβασης σύμφωνα με την τεχνοοικονομική ανάλυση του λογισμικού παρατηρείται ότι η αντικατάσταση κουφωμάτων προσφέρει ελάχιστη εξοικονόμηση ενέργειας, παρά τη βέλτιστη ενεργειακή συμπεριφορά που παρουσιάζουν σε σχέση με τα υπάρχοντα κουφώματα. Άρα η επέμβαση δεν είναι συμφέρουσα λόγω του υψηλού αρχικού κόστους και της περιόδου αποπληρωμής.

### 4.1.3. Ανακλαστικά επιχρίσματα

Τόσο η ανακλαστικότητα όσο και η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία ενός αδιαφανούς υλικού ή μιας επιφάνειας εξαρτώνται κυρίως από τη διαμόρφωση της τελικής επιφάνειας, δηλαδή από το χρώμα και την υφή της. Η ανακλαστικότητα στιλπνών (γυαλιστερών) και λείων επιφανειών πλησιάζει προς τη μονάδα, ενώ η απορροφητικότητά τους είναι αντίστοιχα μειωμένη. Από την άλλη, σκουρόχρωμες και τραχιές επιφάνειες εμφανίζουν υψηλή απορροφητικότητα και χαμηλή ανακλαστικότητα. Οι ιδιότητες αυτές των τελικών επιφανειών του κτιριακού κελύφους προσδιορίζουν ουσιαστικά τα ηλιακά κέρδη των αδιαφανών δομικών στοιχείων και έχουν σημαντικό ρόλο, κυρίως όταν οι επιφάνειες δέχονται μεγάλες ποσότητες ακτινοβολίας.

Στο κτίριο προτείνεται η εφαρμογή ανακλαστικών επιχρισμάτων ώστε τα αδιαφανή δομικά στοιχεία να αποκτήσουν βελτιωμένο συντελεστή ανακλαστικότητας  $\alpha=0,14$  και εκπομπής σε θερμική ακτινοβολία  $\varepsilon=0,89$ , σύμφωνα με τα πιστοποιημένα τεχνικά χαρακτηριστικά τους (Παράρτημα Β). Σημειωτέο είναι ότι η απόχρωση πρέπει να είναι χρώματος λευκού για να παρουσιάζονται τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Το κόστος υπολογίζεται σε 5,2€/lt με ικανότητα βαφής 5m<sup>2</sup>/lt ενώ η συνολική επιφάνεια που θα γίνει η εφαρμογή είναι 425m<sup>2</sup>. Έτσι καταλήγουμε στην ενδεικτική τιμή 3€/m<sup>2</sup> με το εργατικό κόστος.

➤ Αποτελέσματα υπολογισμών λογισμικού TEE KENAK (σχήματα 4.8 και 4.9)

Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )				
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Θέρμανση	3,1	8,4	9,8
	Ψύξη	44,5	89,6	67,5
	ZNX	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	123,5	169,6	169,6
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	171,1	267,6	246,9
	Κατάταξη	-	Δ	Δ

Σχήμα 4.8 Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση σεναρίου ανακλαστικών επιχρισμάτων

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής				
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	2.385,4	3.727,8	3.440,9
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			1.421,7
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			20,8
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			7,8
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,2
	Μείωση εκπομπών CO2 (Kg/m <sup>2</sup> )			7,0
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			5,0

Σχήμα 4.9 Τεχνοοικονομική ανάλυση ανακλαστικών επιχρισμάτων.



Από τα αποτελέσματα υπολογισμών παρατηρείται μικρή αύξηση στην τελική χρήση θέρμανσης, ενώ σημαντική μείωση στην τελική χρήση ψύξης, όπου υπάρχουν και μεγαλύτερες απαιτήσεις. Ο λόγος είναι ότι ανακλάται μεγαλύτερο ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας από την επιφάνεια του κτιρίου και μειώνεται η μεταφορά θερμότητας από το περιβάλλον προς το κτίριο. Παρά το μικρό ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας 7,8% , το αρχικό κόστος της επέμβασης είναι μικρό και η περίοδος αποπληρωμής 5 έτη, συνεπώς η επέμβαση παρουσιάζει ενδιαφέρον.

## 4.2.Επεμβάσεις φωτισμού

Στον τριτογενή τομέα, για τα κτίρια γραφείων, οι απαιτήσεις φωτισμού είναι ιδιαίτερα υψηλές. Πιο συγκεκριμένα, μετά την ενεργειακή επιθεώρηση που πραγματοποιήθηκε στο κτίριο ENPIET, το 63% των ενεργειακών καταναλώσεων οφείλεται στον φωτισμό, λόγω των ενεργοβόρων λαμπτήρων και της έλλειψης διατάξεων ελέγχου φωτισμού.

Για την επέμβαση φωτισμού προτείνεται αντικατάσταση των λαμπτήρων παλαιάς τεχνολογίας συμπαγή φθορισμού με λαμπτήρες γραμμικού φθορισμού T5 (Led) τελευταίας τεχνολογίας πυκνότητας ισχύος 3,2 [w/m<sup>2</sup>/100lux] σύμφωνα με τα πιστοποιημένα τεχνικά χαρακτηριστικά τους (Παράρτημα Β). Επίσης προτείνεται η εγκατάσταση ανιχνευτών κίνησης και φωτεινής ροής στην οροφή κάθε αίθουσας (Παράρτημα Β). Τα κυριότερα πλεονεκτήματα από την επέμβαση στον φωτισμό είναι:

- Υψηλή ποιότητα φωτισμού και οπτικής άνεσης
- Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής λαμπτήρων
- Αυτόματη ρύθμιση φωτεινής ροής αλλά και δυνατότητα ρύθμισης από τον χρήστη
- Αυτόματη σβέση λαμπτήρων λόγω ανίχνευσης κίνησης
- Μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας

Με την εγκατάσταση ανιχνευτών κίνησης και την δυνατότητα αυτόματης σβέσης φωτιστικών αλλάζει ο συντελεστής επίδρασης παρουσίας ή απουσίας χρηστών σύμφωνα με τον πίνακα 5.4 της TOTEE 20701-1.

<b>Πίνακας 5.4.Τυπικές πμές του συντελεστή επίδρασης παρουσίας ή απουσίας χρηστών</b>	
<b>Συστήματα χωρίς αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας ή απουσίας</b>	<b>F<sub>0</sub></b>
Χειροκίνητος διακόπτης (αφής / σβέσης)	1,00
Χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης) και πρόσθετη αυτόματη ένδειξη για συνολική σβέση	0,95
<b>Συστήματα με αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας ή απουσίας</b>	<b>F<sub>0</sub></b>
Αυτόματη έναυση / ρύθμιση φωτεινής ροής	0,95
Αυτόματη έναυση και σβέση	0,90
Χειροκίνητη έναυση / ρύθμιση φωτεινής ροής	0,90
<b>Χειροκίνητη έναυση / αυτόματη σβέση</b>	<b>0,80</b>

Το κόστος λαμπτήρων ανέρχεται στα 9,99€/τεμάχιο, των ανιχνευτών κίνησης και διακοπών λειτουργίας 82,4€/τεμάχιο και των χειριστηρίων ανιχνευτών 25,5€. Συνολικά στο κτίριο υπάρχουν 152 λαμπτήρες, ενώ θα χρειαστούν 11 ανιχνευτές κίνησης, διακόπτες λειτουργίας και χειριστήρια ανιχνευτών, οπότε το συνολικό κόστος ανέρχεται στα 2683€.

➤ Αποτελέσματα υπολογισμών λογισμικού TEE KENAK (σχήματα 4.10 και 4.11)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Θέρμανση	3,1	8,4	10,5
	Ψύξη	44,5	89,6	77,1
	ZNX	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	123,5	169,6	96,5
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	171,1	267,6	184,1
	Κατάταξη	-	Δ	Γ

Σχήμα 4.10 Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση σεναρίου αντικατάστασης φωτισμού

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	2.385,4	3.727,8	2.562,0
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			2.683,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			83,6
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			31,2
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,1
	Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			28,6
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			2,3

4.11 Τεχνοοικονομική ανάλυση σεναρίου αντικατάστασης φωτισμού.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του λογισμικού, παρατηρείται μεγάλη εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας 31,2% , μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 10,2 τόνους ετησίως και αλλαγή ενεργειακής κατάταξης από Δ σε Γ. Επιπλέον το αρχικό κόστος επένδυσης είναι πολύ μικρό και σε σχέση με την περίοδο αποπληρωμής που είναι μόλις 2,3 έτη, η επέμβαση εκτός από αναγκαία είναι και πολύ συμφέρουσα. Σημειωτέο είναι ότι με την αντικατάσταση φωτισμού αλλάζουν και οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση σε θέρμανση και ψύξη. Αυτό οφείλεται στην μείωση θερμικών φορτίων που αναπτύσσονται από τους λαμπτήρες. Άρα υπάρχει αύξηση φορτίων στην θέρμανση και μείωση φορτίων στην ψύξη.

### 4.3.Επεμβάσεις συστημάτων θέρμανσης/ψύξης

Με οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όλες η ηλεκτρικές συσκευές (συμπεριλαμβανομένου και των αντλιών θερμότητας) είναι υποχρεωτικό να

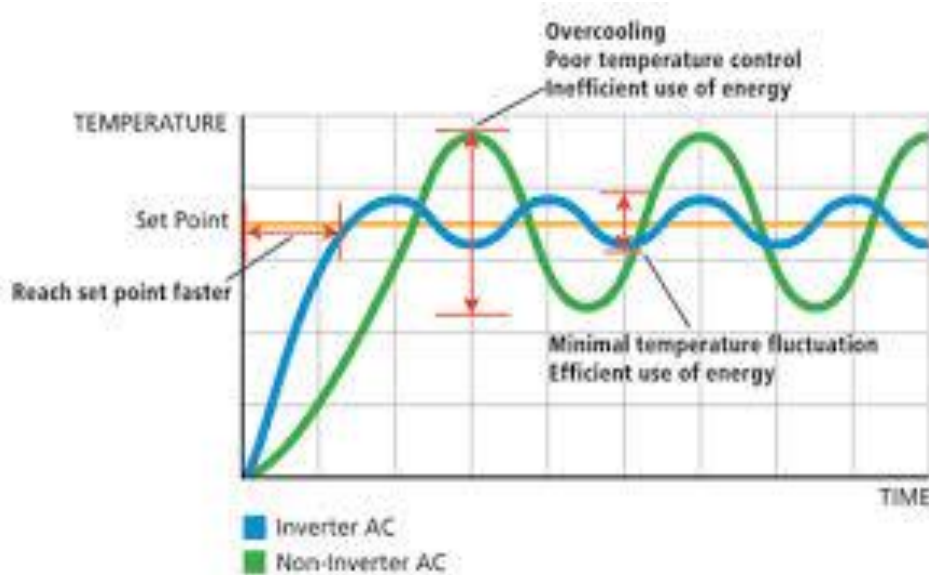


συνοδεύονται από την ενεργειακή τους ετικέτα και να αναγράφουν την ενεργειακή κλάση στην οποία ανήκουν. Η ενεργειακή κλάση ορίζεται από τους συντελεστές EER (για την λειτουργία της ψύξης) και COP (για την λειτουργία της θέρμανσης) και κατατάσσεται στην ανάλογη κατηγορία ενεργειακής κλάσης. Στο σχήμα 4.12 απεικονίζονται τα όρια της κάθε ενεργειακής κλάσης.



Σχήμα 4.12 Κατάταξη ενεργειακής κλάσης

Όλα τα συστήματα αερόψυκτων αντλιών θερμότητας τελευταίας τεχνολογίας είναι εφοδιασμένα με σύστημα inverter το οποίο επιλέγει την κατάλληλη συχνότητα λειτουργίας του μηχανήματος, σύμφωνα με τον αισθητήρα ανίχνευσης θερμοκρασίας δωματίου. Συνεπώς μεταβάλλει την θερμική/ψυκτική απόδοση του μηχανήματος ανάλογα με τα φορτία του χώρου καθώς λειτουργεί σε υψηλές συχνότητες όταν υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ θερμοκρασίας χώρου και επιθυμητής και σε χαμηλές συχνότητες όταν η διάφορα θερμοκρασίας είναι μικρή. Στο σχήμα 4.13 απεικονίζεται η λειτουργία συμβατικού συστήματος on/off σε σύγκριση με συστήματος inverter.



Σχήμα 4.13 Σύγκριση συστημάτων On/off και inverter

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα συστήματος inverter σε σύγκριση με ένα συμβατικό σύστημα on/off είναι:

- Ταχύτερη επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας και μείωση του χρόνου έναρξης κατά 1/3.
- Ακριβής διατήρηση επιθυμητής θερμοκρασίας λόγω της συνεχούς λειτουργίας σε χαμηλότερη ισχύ σε σύγκριση με την πολλαπλή εκκίνηση των συμβατικών on/off. Συνεπώς και βέλτιστες συνθήκες άνεσης στον χώρο.
- Μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας.
- Μικρότερα επίπεδα θορύβου

Για την επέμβαση στα συστήματα θέρμανσης/ψύξης προτείνεται αντικατάσταση τοπικών αερόψυκτων αντλιών θερμότητας συμβατικής λειτουργίας on/off, με μηχανήματα τελευταίας τεχνολογίας και σύστημα inverter. Σημειωτέο είναι ότι με το σύστημα inverter, αλλάζει η κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών και από Δ γίνεται Β, σύμφωνα με την TOTEE 20701-1. Τεχνικά χαρακτηριστικά (Παράρτημα Β):

- 1 τοπική αερόψυκτη Α.Θ. κατηγορίας 24000 Btu/h με ενδεικτικό κόστος 935€ (συμπεριλαμβανομένου κόστους αντικατάστασης και τοποθέτησης).

Θέρμανση	Ψύξη
Ενεργειακή κλάση: A	Ενεργειακή κλάση: A++
Ισχύς: 27296 Btu/h	Ισχύς: 23202 Btu/h
COP: 3,8	COP: 7

- 7 τοπικές αερόψυκτες Α.Θ. κατηγορίας 12000 Btu/h με ενδεικτικό κόστος 710€ (συμπεριλαμβανομένου κόστους αντικατάστασης και τοποθέτησης).

Θέρμανση	Ψύξη
Ενεργειακή κλάση: A++	Ενεργειακή κλάση: A+++
Ισχύς: 13648 Btu/h	Ισχύς: 11942 Btu/h
COP: 4,8	COP: 9,2

➤ Αποτελέσματα υπολογισμών λογισμικού TEE KENAK (σχήματα 4.14 και 4.15)

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )				
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
►	Θέρμανση	3,1	8,4	2,7
	Ψύξη	44,5	89,6	13,7
	ZNX	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	123,5	169,6	169,6
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	171,1	267,6	186,0
	Κατάταξη	-	Δ	Γ

Σχήμα 4.14 Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση σεναρίου αντικατάστασης συστημάτων Θέρμανσης/ψύξης

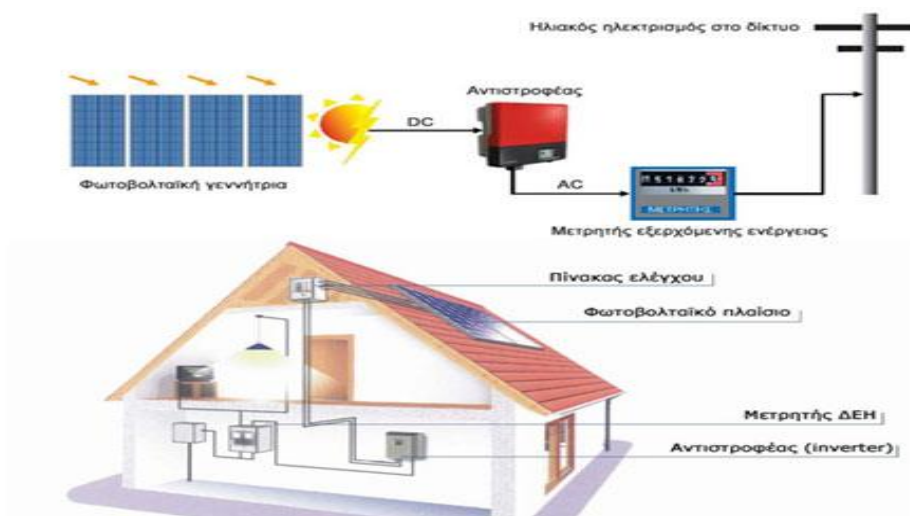
Κόστη και περίοδος αποπληρωμής				
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	2.385,4	3.727,8	2.591,4
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			5.905,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			81,7
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			30,5
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,2
	Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			27,8
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			5,2

Σχήμα 4.15 Τεχνοοικονομική ανάλυση σεναρίου αντικατάστασης συστημάτων Θέρμανσης/ψύξης

Με βάση τα αποτελέσματα του λογισμικού η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου βελτιώνεται σε Γ και εκτιμάται εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας 30,5% ενώ οι εκπομπές CO<sub>2</sub> μειώνονται κατά 9,9 τόνους ετησίως. Το αρχικό κόστος της επέμβασης, εάν και υψηλό, η περίοδος αποπληρωμής είναι 5,2 έτη, άρα παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

#### 4.4.Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών συστημάτων

Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα έχουν τη δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από το Φ/Β πλαίσιο και τα ηλεκτρονικά συστήματα (inverter) που μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια, που παράγεται από τη Φ/Β συστοιχία, συνεχούς ρεύματος (DC), σε εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) ώστε να μπορεί να συνδεθεί με το δίκτυο τροφοδοσίας. Συμβάλουν σημαντικά στη λεγόμενη «Διάσπαρτη Παραγωγή Ενέργειας» ( Distributed Power Generation), η οποία αποτελεί το νέο μοντέλο ανάπτυξης σύγχρονων ενεργειακών συστημάτων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Στο σχήμα 4.16 απεικονίζεται ο τρόπος λειτουργίας των Φ/Β συστημάτων.



Σχήμα 4.16 Τρόπος λειτουργίας Φ/Β Συστημάτων

Πλεονεκτήματα Φ/Β συστημάτων:

- Η ηλιακή ενέργεια είναι Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας και η μετατροπή της σε ηλεκτρική ενέργεια από το Φ/Β σύστημα δεν στοιχίζει, πέρα από το κόστος εγκατάστασης
- Τεχνολογία φιλική στο περιβάλλον: δεν προκαλούνται ρύποι από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- Έχουν σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, 20-30 έτη
- Υπάρχει πάντα η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης, ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών
- Μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, όπως την στέγη ή την πρόσοψη ενός κτιρίου
- Η λειτουργία του συστήματος είναι ολοσχερώς αθόρυβη

Για το κτίριο προτείνεται εγκατάσταση Φ/Β συστήματος ονομαστικής ισχύς 5kW, αποτελούμενο από 20 μονοκρυσταλλικά πλαίσια των 250w, στη στέγη του κτιρίου με νότιο προσανατολισμό και δυνατότητα προσαρμογής στην βέλτιστη κλίση ανάλογα με την εποχή. Ο υπολογισμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τα Φ/Β συστήματα έγινε με την βοήθεια υπολογιστικού φύλλου excel και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο παράρτημα Α. Τα δεδομένα εισαγωγής στο λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ είναι ο ετήσιος βαθμός απόδοσης του Φ/Β συστήματος 17%, η ονομαστική ισχύς 5kW, η καθαρή επιφάνεια πλαισίων 31.22 m<sup>2</sup>, ο προσανατολισμός, η κλίση της επιφάνειας ως προς το οριζόντιο επίπεδο και ο συντελεστής σκίασης. Το ενδεικτικό κόστος των Φ/Β πλαισίων ανέρχεται στα 215€/τεμάχιο, του inverter 2000€ και για λοιπά έξοδα 1500€ (βάση στήριξης, ηλεκτρολογικά καλώδια, εγκατάσταση κ.α)

➤ Αποτελέσματα υπολογισμών λογισμικού ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ (σχήματα 4.17 και 4.18)

Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )					
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
▶	Θέρμανση	3,1	8,4	8,4	8,4
	Ψύξη	44,5	89,6	89,6	89,6
	ΖΝΧ	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	123,5	169,6	169,6	169,6
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	76,1	62,7
	Σύνολο	171,1	267,6	191,5	204,9
	Κατάταξη	-	Δ	Γ	Γ

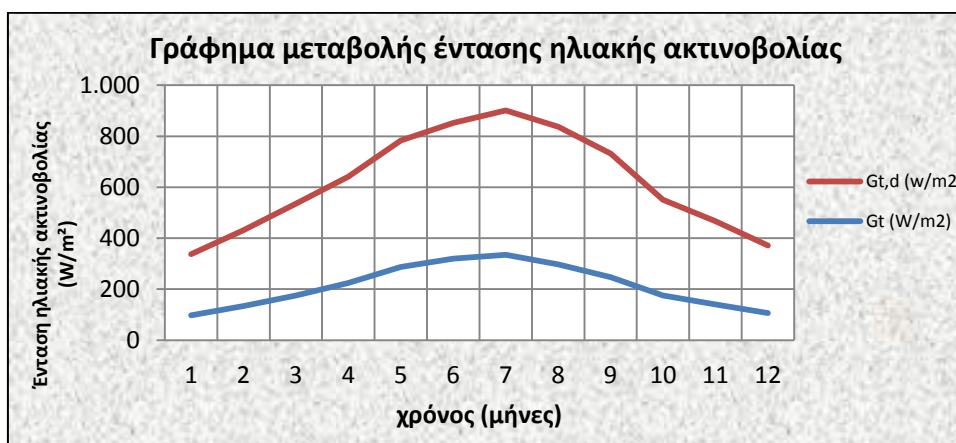
Σχήμα 4.17 Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση σεναρίων εγκατάστασης Φ/Β συστημάτων

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής

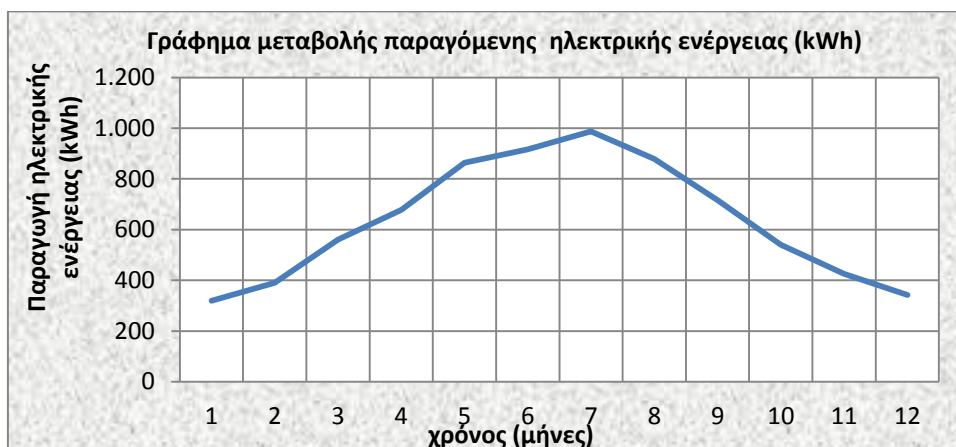
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
►	Λειτουργικό κόστος (€)	2.385,4	3.727,8	2.854,3
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			7.805,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			62,7
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			23,4
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,3
	Μείωση εκπομπών CO2 (Kg/m <sup>2</sup> )			21,4
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			8,9

Σχήμα 4.18 Τεχνοοικονομική ανάλυση σεναρίου 2 εγκατάστασης Φ/Β συστημάτων

Στο σχήμα 4.17 το σενάριο 1 υπολογίστηκε με συντελεστή απόδοσης Φ/Β 17% και παρουσιάζει ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας 76,1 kWh/m<sup>2</sup> και ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 76,1\*357/2,9=9.368 kWh. Σύμφωνα με υπολογισμούς που προηγήθηκαν (για την ένταση ηλιακής ακτινοβολίας σε βέλτιστη κλίση, τη μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος και τη μέση ταχύτητα ανέμου, με μηνιαίες τιμές στο Ηράκλειο) υπάρχει μία σημαντική απόκλιση στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που ανέρχεται σε 1.749 kWh ετησίως. (Παράρτημα Α) Σχήματα 4.19 έως 4.21.

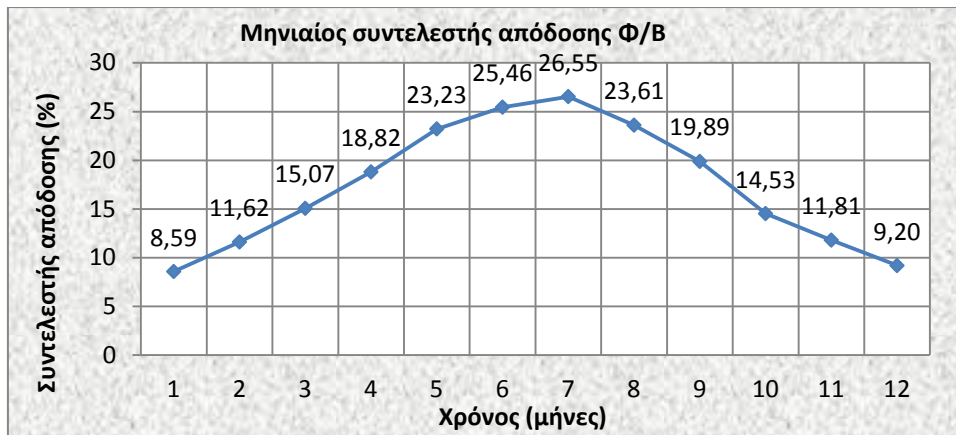


Σχήμα 4.19 Μεταβολή έντασης ηλιακής ακτινοβολίας



Σχήμα 4.20 Μεταβολή παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας

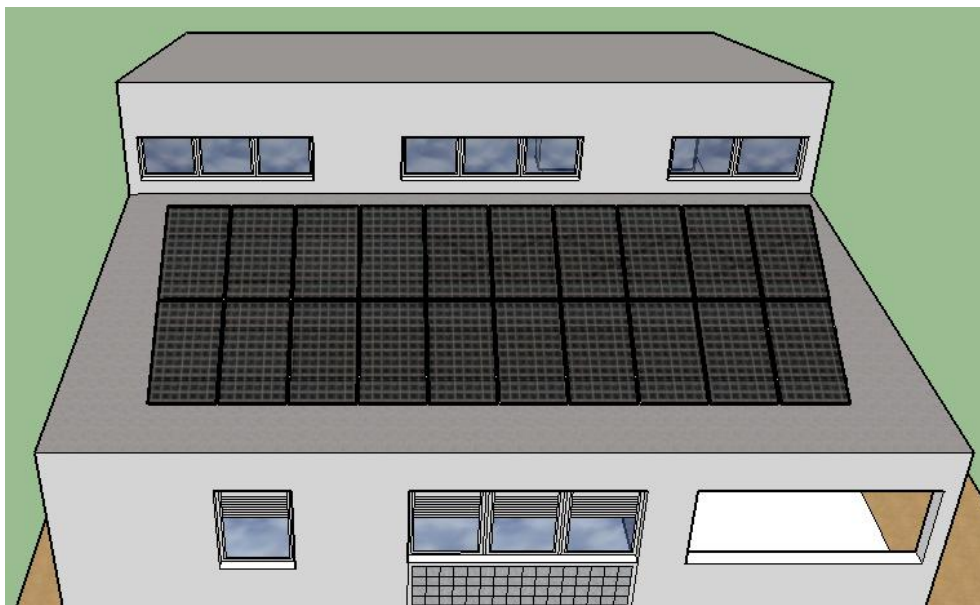




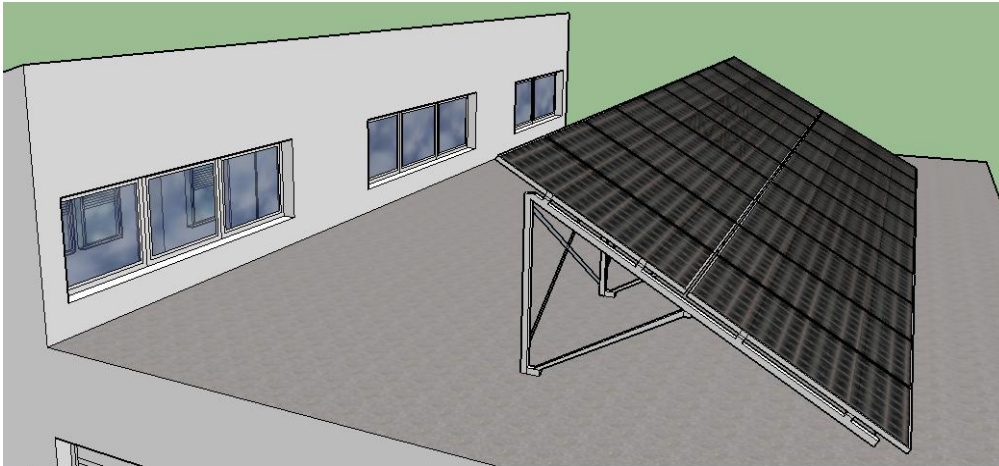
Σχήμα 4.21 Μέσος μηνιαίος συντελεστής απόδοσης

Για τον βέλτιστο υπολογισμό ετήσιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τα Φ/Β θα μειωθεί ο συντελεστής απόδοσης που εισάγεται στο λογισμικό TEE-KENAK από 17% στο 14% ώστε να προσεγγίζει την ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με τους υπολογισμούς που προηγήθηκαν. Συνεπώς στο σενάριο 2 του σχήματος 4.17 η τελική ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ανέρχεται στις 62,7 kWh/m<sup>2</sup> και η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στις 7.718 kWh. Επίσης με την εγκατάσταση Φ/Β επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας 23,4%, μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> 7,6 τόνους ετησίως, περίοδο αποπληρωμή 8,9 έτη, και άρα η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα εάν αναλογιστούμε ότι η διάρκεια ζωής των Φ/Β είναι 25-30 έτη.

Στα σχήματα 4.22 και 4.23 απεικονίζεται η χωροθέτηση και ο τρόπος εγκατάστασης των Φ/Β πλαισίων πάνω στην οροφή του κτιρίου με την χρήση του σχεδιαστικού προγράμματος Google sketchup.



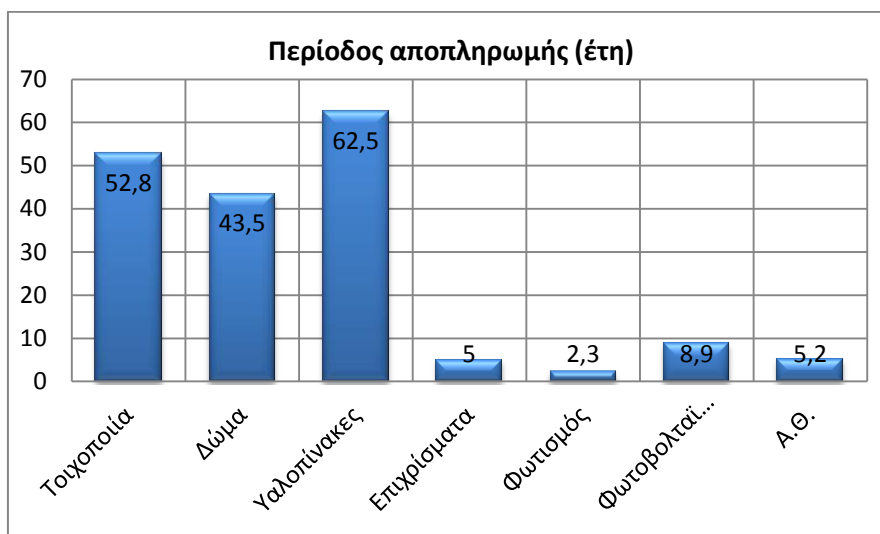
Σχήμα 4.22 Εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων στην οροφή του κτιρίου (Νότια λήψη)



Σχήμα 4.23 Εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων στην οροφή του κτιρίου (Νοτιοδυτική λήψη)

#### 4.5.Βέλτιστο σενάριο επεμβάσεων

Μετά τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν αναλυτικά για τις πιθανές επεμβάσεις του κτιρίου στις προηγούμενες παραγράφους, έγινε σύνθεση των αποδοτικότερων σεναρίων για την ενεργειακή αναβάθμισή του, ώστε τηρεί τις προδιαγραφές που ορίζει η ευρωπαϊκή οδηγία. Στο βέλτιστο σενάριο περιλαμβάνονται οι επεμβάσεις στον φωτισμό, στα συστήματα θέρμανσης/ψύξης, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων και εφαρμογή ανακλαστικών επιχρισμάτων. Ενώ δεν θα γίνουν επεμβάσεις στα δομικά στοιχεία του κτιριακού κελύφους (πέρα από την εφαρμογή ανακλαστικών επιχρισμάτων) σχήμα 4.24. Ο λόγος είναι επειδή στην Α κλιματική ζώνη και για την χρήση κτιρίου ως γραφεία, η επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος συνεισφέρουν ελάχιστα στην εξοικονόμηση ενέργειας και το αρχικό κόστος επένδυσης είναι απαγορευτικό σε σύγκριση με την περίοδο αποπληρωμής.



Σχήμα 4.24 Περίοδος αποπληρωμής επεμβάσεων

➤ Αποτελέσματα υπολογισμών λογισμικού TEE KENAK (σχήματα 4.25 έως 4.27)



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

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Θέρμανση	3,1	8,4	9,8
	Ψύξη	44,5	89,6	67,5
	ZNX	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	123,5	169,6	169,6
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	171,1	267,6	246,9
	Κατάταξη	-	Δ	Δ

Σχήμα 4.25 Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση βέλτιστου σεναρίου

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶ Θέρμανση	2,9	2,2	1,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,5	8,4
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	5,4	11,4	11,1	2,1	0,0	0,0	0,0	31,0
Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶ Θέρμανση	0,5	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1,5
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	1,1	1,0	0,2	0,0	0,0	0,0	2,9
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	2,8	2,6	2,8	2,7	2,8	2,7	2,8	2,8	2,7	2,8	2,7	2,8	33,3
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	1,1	1,2	1,6	2,0	2,3	2,4	2,5	2,4	2,1	1,7	1,3	1,1	21,6
Σύνολο	3,3	2,9	3,1	2,8	2,9	3,2	3,9	3,9	2,9	2,8	2,8	3,1	37,7

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
▶ Ηλεκτρισμός	16,1	15,9
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	37,7	15,9

Σχήμα 4.26 Απαιτήσεις-καταναλώσεις βέλτιστου σεναρίου

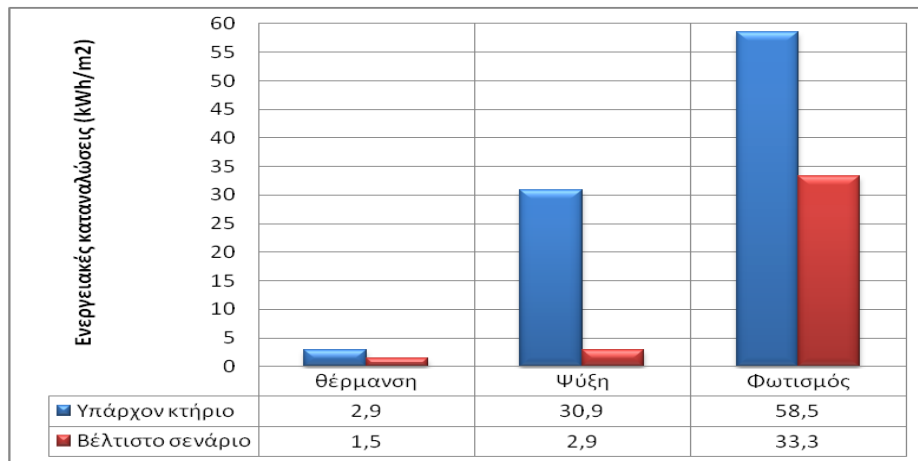
Κόστη και περίοδος αποπληρωμής

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	2.385,4	3.727,8	649,0
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			17.814,7
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			220,9
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			82,5
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,2
	Μείωση εκπομπών CO2 (Kg/m <sup>2</sup> )			75,4
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			5,8

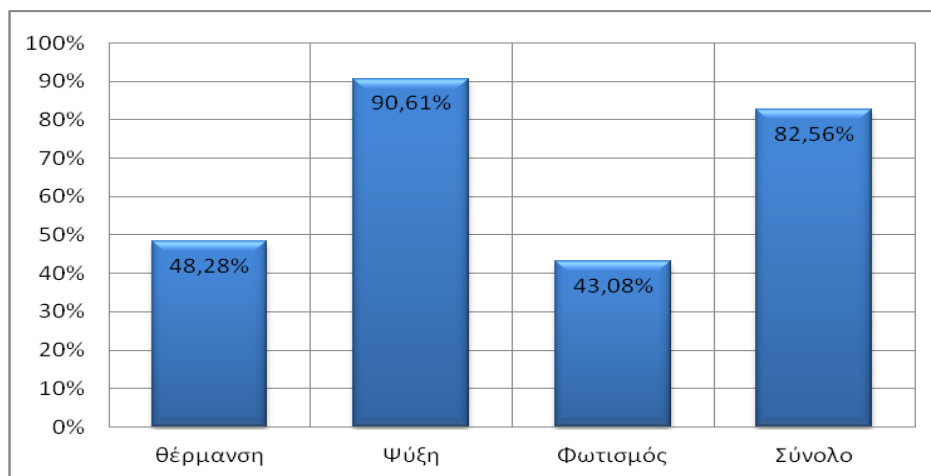
Σχήμα 4.27 Τεχνοοικονομική ανάλυση βέλτιστου σεναρίου

Εφαρμόζοντας τις επεμβάσεις αυτές το κτίριο κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία A+ και ορίζεται ως σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης με πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση μόλις 46,7 kWh/m<sup>2</sup> ετησίως. Επίσης επιτυγχάνεται μείωση λειτουργικού κόστους κατά 3.078€ ετησίως και 82,5% εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και ενέργειας τελικής χρήσης (ίδια γιατί το 100% κατανάλωσης ενέργειας

προέρχεται από ηλεκτρισμό, με συντελεστή πρωτογενούς ενέργειας 2,9 όπως ορίζει η TOTEE 20701\_1). Πιο αναλυτικά, στην θέρμανση του κτιρίου γίνεται εξοικονόμηση 48,28%, στην ψύξη του κτιρίου, όπου παρουσιάζονται υψηλά ψυκτικά φορτία 90,61% και στον φωτισμό, όπου αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος κατανάλωσης ενέργειας, 43,08%. (τα αποτελέσματα εμφανίζονται στα σχήματα 4.23 και 4.24). Από την μείωση κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας συνεπάγεται και μείωση σε εκπομπές CO<sub>2</sub> που ανέρχονται σε 26,9 τόνους ετησίως. Παρά το ενδεικτικό υψηλό κόστος επένδυσης, η περίοδος αποπληρωμής είναι μόλις 5,8 έτη.



Σχήμα 4.28 Σύγκριση ενεργειακών καταναλώσεων (kWh/m<sup>2</sup>)



Σχήμα 4.29 Ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας

## **5. Συμπεράσματα**

Με την ενεργειακή επιθεώρηση που πραγματοποιήθηκε στο κτίριο, εκτιμήθηκαν οι πραγματικές καταναλώσεις ενέργειας, οι παράγοντες που τις επηρεάζουν καθώς αξιολογήθηκαν μέτρα βελτίωσης για την εξοικονόμηση ενέργειας, σύμφωνα με την εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.

Για την αξιολόγηση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό TEE-KENAK και από τα αποτελέσματα της επιθεώρησης προέκυψε η εικόνα ενός μη αποδοτικού κτιρίου για τα σημερινά δεδομένα που οφείλεται κυρίως στους ενεργοβόρους λαμπτήρες και στα συστήματα θέρμανσης/ψύξης παλαιάς τεχνολογίας.

### **Φωτισμός**

Όπως προέκυψε από την ενεργειακή επιθεώρηση το 63% των ενεργειακών καταναλώσεων προέρχεται από τον φωτισμό συνεπώς είναι η πρώτη επέμβαση που προτείνεται στο κτίριο. Εκτός από την αντικατάσταση των λαμπτήρων με νέας τεχνολογίας υψηλής ενεργειακής κλάσης, σημαντική βελτίωση στην εξοικονόμηση ενέργειας παρουσιάζουν και τα συστήματα ανίχνευσης κίνησης και αυτόματης σβέσης φωτισμού. Επιπλέον στο κτίριο θα υπάρχουν βελτιωμένες συνθήκες οπτικής άνεσης καθώς και η δυνατότητα ρύθμισης φωτεινής ροής από τον χρήστη σε κάθε αίθουσα ξεχωριστά.

### **Συστήματα θέρμανσης/ψύξης**

Κατά την αξιολόγηση συστημάτων θέρμανσης/ψύξης του κτιρίου οι τοπικές αντλίες θερμότητας τύπου συμβατικής λειτουργίας on/off και χαμηλών συντελεστών COP και EER, παρουσιάζουν υψηλές ενεργειακές καταναλώσεις. Με την αντικατάστασή τους με αντλίες θερμότητας τύπου inverter, οι ενεργειακές καταναλώσεις μειώνονται σε μεγάλο ποσοστό. Επιπλέον επιτυγχάνονται βελτιωμένες συνθήκες χώρου και άνεσης, λόγω της σταθερής διατήρησης επιθυμητής θερμοκρασίας και του μειωμένου επιπέδου θορύβου.

### **Φωτοβολταϊκά συστήματα**

Στην διαθέσιμη επιφάνεια της στέγης του κτιρίου υπολογίστηκε ότι υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων με νότιο προσανατολισμό, χωρίς δημιουργία σκιάσεων και ονομαστικής ισχύς 5kW. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εκτιμήθηκε ιδιαίτερα αξιόλογη που οδηγεί σε σημαντική μείωση ενεργειακών καταναλώσεων με αρκετά ικανοποιητική απόσβεση της επένδυσης.

### **Κτιριακό κέλυφος**

Όσο αναφορά το κτιριακό κέλυφος του κτιρίου, παρά την πλημμελή εφαρμογή Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων όταν κατασκευάστηκε δεν επιδέχεται επεμβάσεις σε εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας, δώματος και αντικατάσταση κουφωμάτων,

παρόλο που η ενεργειακή τους συμπεριφορά είναι υψηλών προδιαγραφών. Οι αιτίες είναι επειδή στην Α κλιματική ζώνη και για την χρήση κτιρίου ως γραφεία, οι απαιτήσεις σε θέρμανση και ψύξη είναι χαμηλές και ταυτόχρονα η εξοικονόμηση ενέργειας από την κάθε επέμβαση είναι ελάχιστη σε σχέση με το αρχικό κόστος και την περίοδο αποπληρωμής. Προτείνεται μόνο η εφαρμογή ανακλαστικών επιχρισμάτων ώστε να μειωθούν τα ψυκτικά φορτία, όπου είναι υψηλότερα λόγω της κλιματικής ζώνης.

Με τις επεμβάσεις που προτείνονται στο κτίριο, επιτυγχάνεται βελτιωμένη ενεργειακή συμπεριφορά, με εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας κατά 82,5% και μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 26,9 τόνους ετησίως. Τέλος το κτίριο κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία A+ σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας, με τελική χρήση 46,7 kWh/m<sup>2</sup> ετησίως και πληρεί της προδιαγραφές του εθνικού σχεδίου δράσης για την ανακαίνιση του κτιριακού αποθέματος σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή οδηγία.

## 6. Βιβλιογραφία

- 1) Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 Β έκδοση
- 2) Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων
- 3) Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων
- 4) Europedia.eu “Απολογισμός και προοπτικές της ενεργειακής πολιτικής της ΕΕ”
- 5) Europa.eu “ΕΚΘΕΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ Πρόοδος των κρατών μελών στο θέμα των κτιρίων σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας /\* COM/2013/0483 final/2 \*/”
- 6) Ypeka.gr “ Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση του αποτελούμενου από κατοικίες και εμπορικά κτίρια, δημόσια και ιδιωτικά, εθνικού κτιριακού αποθέματος (Άρθρο 4, Οδηγία 27/2012/ΕΕ)”
- 7) Εθνικό Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης
- 8) Οδηγία 2010/31/ΕΕ
- 9) Οδηγία 2012/27/ΕΕ

### Ιστοσελίδες

- a. [www.buildup.eu](http://www.buildup.eu)
- b. [www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)
- c. [ec.europa.eu](http://ec.europa.eu)
- d. [www.europedia.eu](http://www.europedia.eu)
- e. [www.cres.gr](http://www.cres.gr)
- f. [www.builtitgreen.gr](http://www.builtitgreen.gr)
- g. [www.ecotopten.com](http://www.ecotopten.com)
- h. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- i. [epp.eurostat.ec.europa.eu](http://epp.eurostat.ec.europa.eu)
- j. [www.statistic](http://www.statistic)

## Παράρτημα Α – Συγκεντρωτικοί πίνακες

### Εξωτερική τοιχοποιία

	μήκος	ύψος/πλάτος	Αολ	% ΦΕΡΟΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ			Θερμογέφυρες						Κόστος (5cm) €/m2	Κόστος (7cm) €/m2	κόστος Επιχρίσματος €/m2
				Ααν	Ααδ	Ασκ	Ατοιχ	Υσκ	Υτοιχ	Υεπ	Υτελ	27	31	3	
												Κόστος (5cm)	Κόστος (7cm)		
<b>Β ΙΣ 1</b>	4,15	3,35	13,90	3,90	10,00	1,80	8,20	1	0,85	<b>0,877</b>	<b>0,98</b>	270,07	310,08	30,01	
<b>Β ΙΣ 2</b>	4,6	3,35	15,41	4,20	11,21	2,02	9,19	1	0,85	<b>0,877</b>	<b>0,98</b>	302,67	347,51	33,63	
<b>Β ΙΣ 3</b>	4,15	3,35	13,90	2,80	11,10	2,00	9,10	1	0,85	<b>0,877</b>	<b>0,98</b>	299,77	344,18	33,31	
<b>Α ΙΣ 1</b>	7,4	3,2	23,68	4,76	18,92	3,41	15,51	1	0,85	<b>0,877</b>	<b>0,98</b>	510,84	586,52	56,76	
<b>Α ΙΣ 2</b>			34,95	0,00	34,95	6,29	28,66	1	0,85	<b>0,877</b>	<b>0,98</b>	943,65	1083,45	104,85	
<b>Ν ΙΣ Δ</b>	12,9	2,3	29,67	8,20	21,47	3,86	17,61	1	0,85	<b>0,877</b>	<b>0,98</b>	579,72	665,60	64,41	
<b>Ν ΙΣ</b>	8,75	3,2	28,00	9,91	18,09	3,26	14,83	1	0,85	<b>0,877</b>	<b>0,98</b>	488,31	560,65	54,26	
<b>Ν ΙΣ 2</b>	4,15	3,2	13,28	0,00	13,28	2,39	10,89	1	0,85	<b>0,877</b>	<b>0,98</b>	358,56	411,68	39,84	
<b>Δ ΙΣ 1</b>	7,4	3,2	23,68	4,84	18,84	3,39	15,45	1	0,85	<b>0,877</b>	<b>0,98</b>	508,58	583,92	56,51	
<b>Δ ΙΣ 2</b>			34,95	0,00	34,95	6,29	28,66	1	0,85	<b>0,877</b>	<b>0,98</b>	943,65	1083,45	104,85	
<b>Β ΥΠ</b>	4,6	1,45	6,67	0,95	5,72	1,03	4,69	1	0,85	<b>0,877</b>	<b>0,98</b>	154,39	177,26	17,15	
<b>Β ΥΠ 2</b>	4,15	3,2	13,28	0,00	13,28	2,39	10,89	1	0,85	<b>0,877</b>	<b>0,98</b>	358,56	411,68	39,84	
<b>Ν ΥΠ</b>			20,64	2,2472	18,39	3,31	15,08	1	0,85	<b>0,877</b>	<b>0,98</b>	496,61	570,18	55,18	
<b>Δ ΥΠ</b>	15,3	3,2	48,96	6,38	42,58	7,66	34,91	1	0,85	<b>0,877</b>	<b>0,98</b>	1149,57	1319,88	127,73	
											<b>Σύνολο €</b>	<b>7364,93</b>	<b>8456,03</b>	<b>818,33</b>	
										Για Β=7, Ζ=1,7 και U=3		30	34	3	
<b>Δάπεδο επί εδάφους</b>	12,9	15,3	197,37	0,00	197,37	0,00	197,37	1	0,45	<b>0,422</b>	<b>0,52</b>				
<b>Δώμα</b>	12,9	7,4	95,46	0	95,46	0,00	95,46	3,4	0,95	<b>0,95</b>	<b>1,05</b>	2863,80	3245,64	286,38	
<b>Δώμα κεκλιμένο</b>	12,9	8,19	105,65	0	105,65	0,00	105,65	3,4	0,95	<b>0,95</b>	<b>1,05</b>	3169,53	3592,13	316,95	
											<b>Σύνολο €</b>	<b>6033,33</b>	<b>6837,77</b>	<b>603,33</b>	
		Αολ.	<b>719,46</b>			αολ. Σε επαφή με αερα	<b>424,79</b>				<b>ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΙΡΙΟΥ €</b>	<b>13398,26</b>	<b>15293,81</b>	<b>1421,66</b>	

## Κουφώματα

Πόρτες																											
Σύμβολο	Είδος	Πλάτος (m)	Υψος (m)	Εμβαδόν $A_w$ (m <sup>2</sup> )	Τεμάχια	Πλάτος g (m)	Υψος g (m)	Εμβαδόν $A_g$ (m <sup>2</sup> )	Πλήθος Κουφωμάτων	Συντελεστής αεροδιαπερατότητας a (m <sup>3</sup> /h.m)	Συντελεστής διεισθητικότητας R	Συντελεστής θέσης ανοίγματος και ανεμόπτωσης H	Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m <sup>3</sup> /h)	Συνολικός Αερισμός (m <sup>3</sup> /h)	Εμβαδόν $A_f$ (m <sup>2</sup> )	$F_f = A_f/A_w$	$I_w$ (m)	$I_g$ (m)	$U_f$ (W/m <sup>2</sup> K)	$U_g$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\psi_g$ (W/mK)	$U_w$ (W/m <sup>2</sup> K)	$g_i$	$g_w = g_{gl}(1-F_f)$			
Α.πόρτα	M-χ.θ.δ/Δ.6	2	2,38	4,76	2	0,2	1,15	1,6724	1	1,4	0,7	2,71	30,344412	30,344412	3,0876	0,648655	11,14	20,32	7	3,3	0	5,7	0,68	0,238914			
Δ.πορτα	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,35	2,38	3,213	2	0,32	1,56	1,3416	1	1,4	0,7	2,71	24,084312	24,084312	1,8714	0,582446	9,84	11,08	7	3,3	0	5,455	0,68	0,283937			
Β.πόρτα		1	2,5	2,5	1				1	1,4	0,7	2,71	23,7125	23,7125		1			6			6					
													Σύνολο (m <sup>3</sup> /h)														
													78,141224														
παράθυρα																											
Σύμβολο	Είδος	Πλάτος (m)	Υψος (m)	Εμβαδόν $A_w$ (m <sup>2</sup> )		Πλάτος g (m)	Υψος g (m)	Εμβαδόν $A_g$ (m <sup>2</sup> )	Πλήθος Κουφωμάτων	Συντελεστής αεροδιαπερατότητας a (m <sup>3</sup> /h.m)	Συντελεστής διεισθητικότητας R	Συντελεστής θέσης ανοίγματος και ανεμόπτωσης H	Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m <sup>3</sup> /h)	Συνολικός Αερισμός (m <sup>3</sup> /h)	Εμβαδόν $A_f$ (m <sup>2</sup> )	$F_f = A_f/A_w$	$I_w$ (m)	$I_g$ (m)	$U_f$ (W/m <sup>2</sup> K)	$U_g$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\psi_g$ (W/mK)	$U_w$ (W/m <sup>2</sup> K)	$g_i$	$g_w = g_{gl}(1-F_f)$			
β1	M-χ.θ.δ/Δ.6	1	1,4	1,4	1,4	0,84	1,24	1,0416	1	1,4	0,7	2,71	12,74784	12,74784	0,3584	0,256	4,8	4,16	7	3,3	0	4,247	0,68	0,50592			
β2+β3+β4	M-χ.θ.δ/Δ.6	1	1,4	1,4	4,2	0,84	1,24	1,0416	3	1,4	0,7	2,71	12,74784	38,24352	0,3584	0,256	4,8	4,16	7	3,3	0	4,247	0,68	0,50592			
β5	M-χ.θ.δ/Δ.6	1	1,4	1,4	1,4	0,84	1,24	1,0416	1	1,4	0,7	2,71	12,74784	12,74784	0,3584	0,256	4,8	4,16	7	3,3	0	4,247	0,68	0,50592			
β6	M-χ.θ.δ/Δ.6	1	1,4	1,4	1,4	0,84	1,24	1,0416	1	1,4	0,7	2,71	12,74784	12,74784	0,3584	0,256	4,8	4,16	7	3,3	0	4,247	0,68	0,50592			
β7+β9	M-χ.θ.δ/Δ.6	0,92	0,34	0,3128	0,6256	0,86	0,18	0,1548	2	1,4	0,7	2,71	6,692616	13,385232	0,158	0,505115	2,52	2,08	7	3,3	0	5,169	0,68	0,336522			
β8	M-χ.θ.δ/Δ.6	0,96	0,34	0,3264	0,3264	0,8	0,18	0,144	1	1,4	0,7	2,71	6,692616	6,692616	0,1824	0,558824	2,6	1,96	7	3,3	0	5,368	0,68	0,3			
Ν1	βαλοπίνακας	3,35	1,12	3,752	3,752	3,21	1	3,21	1	1,4	0,7	2,71	6,90508	6,90508	0,542	0,144456	8,94	8,42	7	3,5	0	4,006	0,3	0,256663			
Ν2+Ν4	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,1	1,38	1,518	3,036	0,94	1,22	1,1468	2	1,4	0,7	2,71	13,172768	26,345536	0,3712	0,244532	4,96	4,32	7	3,3	0	4,205	0,68	0,513718			
Ν3	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,07	1,38	1,4766	1,4766	0,91	1,22	1,1102	1	1,4	0,7	2,71	13,01342	13,01342	0,3664	0,248138	4,9	4,26	7	3,3	0	4,218	0,68	0,511266			
Ν5	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,1	1,5	1,65	1,65	0,94	1,34	1,2596	1	1,4	0,7	2,71	13,81016	13,81016	0,3904	0,236606	5,2	4,56	7	3,3	0	4,175	0,68	0,519108			
Ν6	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,07	1,21	1,2947	1,2947	0,91	1,05	0,9555	1	1,4	0,7	2,71	12,110448	12,110448	0,3392	0,261991	4,56	3,92	7	3,3	0	4,269	0,68	0,501846			
Ν7	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,25	0,42	0,525	0,525	1,09	0,26	0,2834	1	1,4	0,7	2,71	8,870372	8,870372	0,2416	0,46019	3,34	2,7	7	3,3	0	5,003	0,68	0,36707			
Ν8	M-χ.θ.δ/Δ.6	0,95	0,45	0,4275	0,4275	0,79	0,29	0,2291	1	1,4	0,7	2,71	7,43624	7,43624	0,1984	0,464094	2,8	2,16	7	3,3	0	5,017	0,68	0,364416			
Ν9+Ν10	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,08	0,9	0,972	1,944	0,92	0,74	0,6808	2	1,4	0,7	2,71	10,516968	21,033936	0,2912	0,299588	3,96	3,32	7	3,3	0	4,408	0,68	0,47628			
Ν11	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,1	0,9	0,99	0,99	0,94	0,74	0,6956	1	1,4	0,7	2,71	10,6232	10,6232	0,2944	0,297374	4	3,36	7	3,3	0	4,4	0,68	0,477786			
Ν12+Ν14	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,1	0,9	0,99	1,98	0,94	0,74	0,6956	2	1,4	0,7	2,71	10,6232	21,2464	0,2944	0,297374	4	3,36	7	3,3	0	4,4	0,68	0,477786			
Ν13	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,15	0,9	1,035	1,035	0,99	0,74	0,7326	1	1,4	0,7	2,71	10,88878	10,88878	0,3024	0,292174	4,1	3,46	7	3,3	0	4,381	0,68	0,481322			
Ν15+Ν16	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,25	0,9	1,125	2,25	1,09	0,74	0,8066	2	1,4	0,7	2,71	11,41994	22,83988	0,3184	0,283022	4,3	3,66	7	3,3	0	4,347	0,68	0,487545			
Δ1+Δ2+Δ3	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,17	1,38	1,6146	4,8438	1,01	1,22	1,2322	3	1,4	0,7	2,71	13,54458	40,63374	0,3824	0,236839	5,1	4,46	7	3,3	0	4,176	0,68	0,51895			
Δ4+Δ5	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,16	0,43	0,4988	0,9976	1	0,27	0,27	2	1,4	0,7	2,71	8,445444	16,890888	0,2288	0,458701	3,18	2,54	7	3,3	0	4,997	0,68	0,368083			
Δ6+Δ7+Δ8	M-χ.θ.δ/Δ.6	0,66	0,37	0,2442	0,7326	0,5	0,21	0,105	3	1,4	0,7	2,71	5,470948	16,412844	0,1392	0,570025	2,06	1,42	7	3,3	0	5,409	0,68	0,292383			
Δ9+Δ10	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,6	0,45	0,72	1,44	1,46	0,29	0,4234	2	1,4	0,7	2,71	10,88878	21,77756	0,2966	0,411944	4,1	3,5	7	3,3	0	4,824	0,68	0,399878			
													Σύνολο (m <sup>3</sup> /h)														
													367,403372														
													Σύνολο κτηρίου (m <sup>3</sup> /h)														
													445,544596														



## Επέμβαση κουφωμάτων

Θύρες																													
Σύμβολο	Είδος	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν $A_w$ (m <sup>2</sup> )	Τεμάχια	Πλάτος g (m)	Ύψος g (m)	Εμβαδόν $A_g$ (m <sup>2</sup> )	Πλήθος Κουφωμάτων	Συντελεστής αεροδιαπερατότητας a (m <sup>3</sup> /h.m)	Συντελεστής διεισδητικότητας R	Συντελεστής θέρσης ανοίγματος και ανεμόπτωσης Η	Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m <sup>3</sup> /h)	Συνολικός Αερισμός (m <sup>3</sup> /h)	Εμβαδόν $A_f$ (m <sup>2</sup> )	$F_f = A_f/A_w$	$I_w$ (m)	$I_g$ (m)	$U_f$ (W/m <sup>2</sup> Κ)	$U_g$ (W/m <sup>2</sup> Κ)	$\psi_g$ (W/mK)	$U_w$ (W/m <sup>2</sup> Κ)	$g_i$	$g_w = g_{gl}(1-F_f)$	Κόστος Επέμβασης €/τεμ.	Συνολικό Κόστος €			
A.πόρτα	M-χ.θ.δ/Δ.6	2	2,38	4,76	2	0,2 0,86	1,15 0,17	1,6724	1	1,2	0,7	2,71	27,635496	27,635496	3,0876	0,648655	11,14	20,32				2,8	0,42	0,147565	602,7	602,7			
Δ.πορτα	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,35 0,92	2,38 2,38	3,213	2	0,32 0,22	1,56 1,56	1,3416	1	1,2	0,7	2,71	21,375396	21,375396	1,8714	0,582446	9,84	11,08				2,8	0,42	0,175373	373,92	373,92			
B.πόρτα		1	2,5	2,5	1				1	1,2	0,7	2,71	20,867	20,867		1						2,8			366,54	366,54			
				Σύνολο (m <sup>3</sup> /h)												Σύνολο (m <sup>3</sup> /h)												Σύνολο	
				10,473												69,877892												1343,16	
παράθυρα																													
Σύμβολο	Είδος	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν $A_w$ (m <sup>2</sup> )		Πλάτος g (m)	Ύψος g (m)	Εμβαδόν $A_g$ (m <sup>2</sup> )	Πλήθος Κουφωμάτων	Συντελεστής αεροδιαπερατότητας a (m <sup>3</sup> /h.m)	Συντελεστής διεισδητικότητας R	Συντελεστής θέρσης ανοίγματος και ανεμόπτωσης Η	Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m <sup>3</sup> /h)	Συνολικός Αερισμός (m <sup>3</sup> /h)	Εμβαδόν $A_f$ (m <sup>2</sup> )	$F_f = A_f/A_w$	$I_w$ (m)	$I_g$ (m)	$U_f$ (W/m <sup>2</sup> Κ)	$U_g$ (W/m <sup>2</sup> Κ)	$\psi_g$ (W/mK)	$U_w$ (W/m <sup>2</sup> Κ)	$g_i$	$g_w = g_{gl}(1-F_f)$	Κόστος Επέμβασης €/m <sup>2</sup>	Συνολικό Κόστος €			
β1	M-χ.θ.δ/Δ.6	1	1,4	1,4	1,4	0,84	1,24	1,0416	1	1,2	0,7	2,71	10,92672	10,92672	0,3584	0,256	4,8	4,16	1,7	1,1	0,08	1,491	0,42	0,31248	250	350			
β2+β3+β4	M-χ.θ.δ/Δ.6	1	1,4	1,4	4,2	0,84	1,24	1,0416	3	1,2	0,7	2,71	10,92672	32,78016	0,3584	0,256	4,8	4,16	1,7	1,1	0,08	1,491	0,42	0,31248	250	1050			
β5	M-χ.θ.δ/Δ.6	1	1,4	1,4	1,4	0,84	1,24	1,0416	1	1,2	0,7	2,71	10,92672	10,92672	0,3584	0,256	4,8	4,16	1,7	1,1	0,08	1,491	0,42	0,31248	250	350			
β6	M-χ.θ.δ/Δ.6	1	1,4	1,4	1,4	0,84	1,24	1,0416	1	1,2	0,7	2,71	10,92672	10,92672	0,3584	0,256	4,8	4,16	1,7	1,1	0,08	1,491	0,42	0,31248	250	350			
B7+B9	M-χ.θ.δ/Δ.6	0,92	0,34	0,3128	0,6256	0,86	0,18	0,1548	2	1,2	0,7	2,71	5,736528	11,473056	0,158	0,505115	2,52	2,08	1,7	1,1	0,08	1,935	0,42	0,207852	250	156,4			
B8	M-χ.θ.δ/Δ.6	0,96	0,34	0,3264	0,3264	0,8	0,18	0,144	1	1,2	0,7	2,71	5,736528	5,736528	0,1824	0,558824	2,6	1,96	1,7	1,1	0,08	1,916	0,42	0,185294	250	81,6			
N1	υαλοπίνακας	3,35	1,12	3,752	3,752	3,21	1	3,21	1	1,4	0,7	2,71	6,90508	6,90508	0,542	0,144456	8,94	8,42	7	3,5	0	4,006	0,3	0,256663					
N2+N4	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,1	1,38	1,518	3,036	0,94	1,22	1,1468	2	1,2	0,7	2,71	11,290944	22,581888	0,3712	0,244532	4,96	4,32	1,7	1,1	0,08	1,474	0,42	0,317296	250	759			
N3	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,07	1,38	1,4766	1,4766	0,91	1,22	1,1102	1	1,2	0,7	2,71	11,15436	11,15436	0,3664	0,248138	4,9	4,26	1,7	1,1	0,08	1,48	0,42	0,315782	250	369,15			
N5	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,1	1,5	1,65	1,65	0,94	1,34	1,2596	1	1,2	0,7	2,71	11,83728	11,83728	0,3904	0,236606	5,2	4,56	1,7	1,1	0,08	1,463	0,42	0,320625	250	412,5			
N6	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,07	1,21	1,2947	1,2947	0,91	1,05	0,9555	1	1,2	0,7	2,71	10,380384	10,380384	0,3392	0,261991	4,56	3,92	1,7	1,1	0,08	1,499	0,42	0,309964	250	323,675			
N7	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,25	0,42	0,525	0,525	1,09	0,26	0,2834	1	1,2	0,7	2,71	7,603176	7,603176	0,2416	0,46019	3,34	2,7	1,7	1,1	0,08	1,788	0,42	0,22672	250	131,25			
N8	M-χ.θ.δ/Δ.6	0,95	0,45	0,4275	0,4275	0,79	0,29	0,2291	1	1,2	0,7	2,71	6,37392	6,37392	0,1984	0,464094	2,8	2,16	1,7	1,1	0,08	1,783	0,42	0,225081	250	106,875			
N9+N10	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,08	0,9	0,972	1,944	0,92	0,74	0,6808	2	1,2	0,7	2,71	9,014544	18,029088	0,2912	0,299588	3,96	3,32	1,7	1,1	0,08	1,553	0,42	0,294173	250	486			
N11	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,1	0,9	0,99	0,99	0,94	0,74	0,6956	1	1,2	0,7	2,71	9,1056	9,1056	0,2944	0,297374	4	3,36	1,7	1,1	0,08	1,55	0,42	0,295103	250	247,5			
N12+N14	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,1	0,9	0,99	1,98	0,94	0,74	0,6956	2	1,2	0,7	2,71	9,1056	18,2112	0,2944	0,297374	4	3,36	1,7	1,1	0,08	1,55	0,42	0,295103	250	495			
N13	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,15	0,9	1,035	1,035	0,99	0,74	0,7326	1	1,2	0,7	2,71	9,33324	9,33324	0,3024	0,292174	4,1	3,46	1,7	1,1	0,08	1,543	0,42	0,297287	250	258,75			
N15+N16	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,25	0,9	1,125	2,25	1,09	0,74	0,8066	2	1,2	0,7	2,71	9,78852	19,57704	0,3184	0,283022	4,3	3,66	1,7	1,1	0,08	1,53	0,42	0,301131	250	562,5			
Δ1+Δ2+Δ3	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,17	1,38	1,6146	4,8438	1,01	1,22	1,2322	3	1,2	0,7	2,71	11,60964	34,82892	0,3824	0,236839	5,1	4,46	1,7	1,1	0,08	1,463	0,42	0,320528	250	1210,95			
Δ4+Δ5	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,16	0,43	0,4988	0,9976	1	0,27	0,27	2	1,2	0,7	2,71	7,238952	14,477904	0,2288	0,458701	3,18	2,54	1,7	1,1	0,08	1,783	0,42	0,227346	250	249,4			
Δ6+Δ7+Δ8	M-χ.θ.δ/Δ.6	0,66	0,37	0,2442	0,7326	0,5	0,21	0,105	3	1,2	0,7	2,71	4,689384	14,068152	0,1392	0,570025	2,06	1,42	1,7	1,1	0,08	1,907	0,42	0,18059	250	183,15			
Δ9+Δ10	M-χ.θ.δ/Δ.6	1,6	0,45	0,72	1,44	1,46	0,29	0,4234	2	1,2	0,7	2,71	9,33324	18,66648	0,2966	0,411944	4,1	3,5	1,7	1,1	0,08	1,736	0,42	0,246983	250	360			
				Σύνολο (m <sup>3</sup> /h)												Σύνολο (m <sup>3</sup> /h)												Σύνολο	
				37,7268												315,903616												8493,7	
				Σύνολο κτηρίου (m <sup>3</sup> /h)												Σύνολο κτηρίου (m <sup>3</sup> /h)												Σύνολο κτηρίου	
				48,1998												385,781508												9836,86	

### Σκιάσεις ορίζοντα

(διαστάσεις σε m)																	
	υψος τοιχου	υψος πορτας	υψος παραθυρου	υψος ποδιας	απόσταση υαλοστασίων απο εξωτερική	αποσταση εμποδιου	υψος εμποδιου πανω απο δαπεδο	προσανατολισμος επιφανειας	γωνια και σκιαση τοιχου			γωνια και σκιαση πορτας			γωνια και σκιαση παραθυρου		
	a	b	c	d	g	e	f	μοιρες	f_hor_h	f_hor_c		f_hor_h	f_hor_c		f_hor_h	f_hor_c	
<b>B-1</b>	5,75	2	1,2	0,88	0,2	5,13	3	270	1,4	0,989	0,992	20,6	0,791	0,857	15,9	0,849	0,893
<b>N ΙΣ 2</b>	2,85					5,1	2,85	180	15,6	0,904	1,000	0,0	1,000	1,000	0,0	1,000	1,000
<b>φ/β</b>	2,3		0,9	0,3	0,15	3,5	1,67	180	8,5	0,966	1,000	0,0	1,000	1,000	14,1	0,919	1,000

### Σκιάσεις από προβόλους

(διαστάσεις σε m)																	
	υψος τοιχου (κατω απο προβολο)	υψος πορτας	υψος παραθυρου	υψος ποδιας	απόσταση υαλοστασίων απο εξωτερική	μηκος προβολου	προσανατολισμος επιφανειας	γωνια και σκιαση τοιχου			γωνια και σκιαση πορτας			γωνια και σκιαση παραθυρου			
	a	b	c	d	g	e	μοιρες	f_ov_h	f_ov_c		f_ov_h	f_ov_c		f_ov_h	f_ov_c		
<b>A1,A3</b>	2,07		1,35	0,72	0,2	0	90	0,0	1,000	1,000	0,0	1,000	1,000	16,5	0,901	0,878	
<b>B ΙΣ 1+B.Π.+B1</b>	2,9	2,5	1,4	1,1	0,15	1,15	0	38,4	0,713	0,749	38,2	0,714	0,751	49,8	0,622	0,671	
<b>B ΙΣ 2+ B2+B3+B4</b>	2,9		1,4	1,1	0,15	0,4	0	15,4	0,887	0,897	0,0	1,000	1,000	26,6	0,797	0,827	
<b>B ΙΣ 3 +B5 + B6</b>	2,9		1,4	1,1	0,15	1,15	0	38,4	0,713	0,749	0,0	1,000	1,000	49,8	0,622	0,671	
<b>A ΙΣ1 + AΠ</b>	2,95	2,5			0,15	4,15	90	70,4	0,433	0,375	68,4	0,459	0,396	0,0	1,000	1,000	
<b>N ΙΣ 2</b>	2,95					7,15	180	78,3	0,198	0,288	0,0	1,000	1,000	0,0	1,000	1,000	
<b>B ΥΠ 1 +B7+B8+B9</b>	4,45		0,34	0,52	0,15	0,4	0	10,2	0,919	0,938	0,0	1,000	1,000	8,3	0,933	0,950	
<b>B ΥΠ 2</b>	6,2					1,15	0	20,4	0,847	0,868	0,0	1,000	1,000	0,0	1,000	1,000	

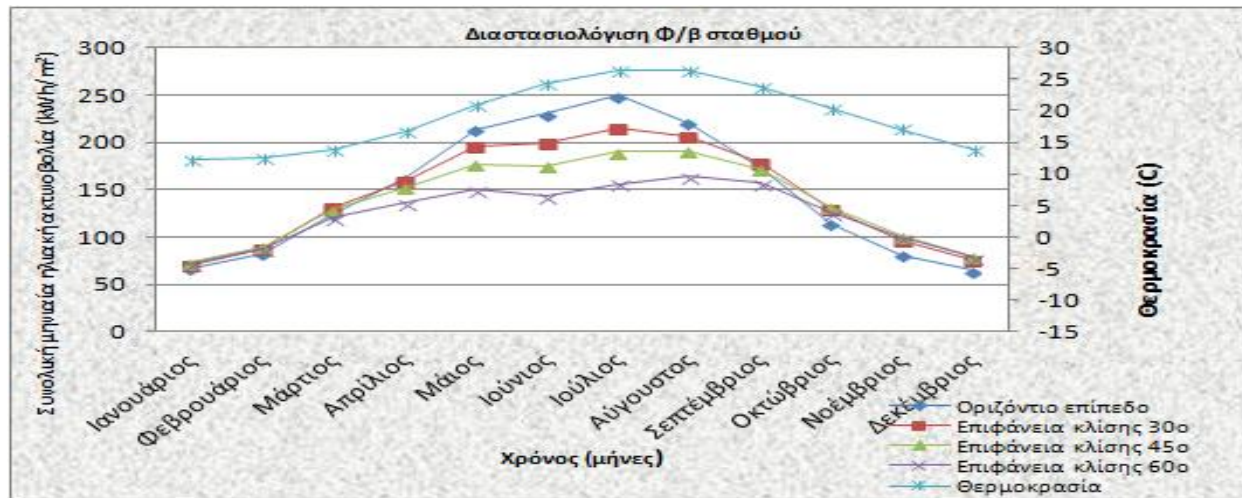
### Σκιάσεις από πλευρικές προεξοχές

<b>ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΔΥΟ ΠΛΕΥΡΙΚΑ ΕΜΠΟΔΙΑ (διαστάσεις σε m) θέσεις εμποδιων αριστερα, δεξια οπως φαίνονται απο μέσα!</b>														
	πλατος τοιχου ή ανοιγματος	αποσταση τοιχου ή ανοιγματος απο εμποδιο ΑΡΙΣΤΕΡΑ	μηκος ΑΡΙΣΤΕΡΟΥ πλευρικου εμποδιου	αποσταση τοιχου ή ανοιγματος απο εμποδιο	μηκος ΔΕΞΙΟΥ πλευρικου εμποδιου	προσανατολισμος επιφανειας	ολικός συντελεστής σκίασης απο 2 πλευρικα εμπόδια		γωνια και σκιαση τοιχου ή ανοιγματος απο εμποδιο ΑΡΙΣΤΕΡΑ			γωνια και σκιαση τοιχου ή ανοιγματος απο εμποδιο ΔΕΞΙΑ		
	a	b	c	d	e	μοιρες	f_fin_h	f_fin_c		f_fin_h	f_fin_c		f_fin_h	f_fin_c
<b>A1,A3</b>	0,75	0	0,2	0	0,2	90	0,868	0,954	28,1	0,868	0,964	28,1	1,000	0,990
<b>B ΙΣ 1</b>	3,90	0	0,75	0	0,75	0	1,000	0,899	21,0	1,000	0,948	21,0	1,000	0,948
<b>B.Π.</b>	1	1,90	0,75	1,00	0,75	0	1,000	0,895	17,4	1,000	0,955	26,6	1,000	0,937
<b>B1</b>	1	0,7	0,75	2,2	0,75	0	1,000	0,890	32,0	1,000	0,928	15,5	1,000	0,959
<b>B ΙΣ 3</b>	3,9	0	0,75	0	0,75	0	1,000	0,899	21,0	1,000	0,948	21,0	1,000	0,948
<b>B 5</b>	1	2	0,75	0,9	0,75	0	1,000	0,893	16,7	1,000	0,957	28,2	1,000	0,934
<b>B6</b>	1	0,8	0,75	2,1	0,75	0	1,000	0,891	30,0	1,000	0,930	16,1	1,000	0,958
<b>A ΙΣ 1</b>	7,15	0	4,15	0	0,45	90	0,754	0,931	49,3	0,754	0,931	7,2	1,000	1,000
<b>A.Π.</b>	2	1,45	4,15	3,7	0,45	90	0,693	0,911	59,4	0,693	0,911	5,5	1,000	1,000

### Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φωτοβολταικά

Μήνες	Ημέρες ανά μήνα	H <sub>i</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )	H <sub>t</sub> (kwh/m <sup>2</sup> ) 30	H <sub>t</sub> (kwh/m <sup>2</sup> ) 45	H <sub>t</sub> (kwh/m <sup>2</sup> ) 60	h <sub>t</sub> Βέλτιστο	θ <sub>a,D</sub> (οC)	G <sub>t</sub> (W/m <sup>2</sup> )	Ποσοστό ωρών ημέρας	G <sub>t,d</sub> (W/m <sup>2</sup> )	F	W <sub>sd</sub> (m/sec)	κ(w <sub>sd</sub> ) (οC/W/m <sup>2</sup> )	θ <sub>c,wa</sub> (°C)	PR <sub>t</sub>	PR <sub>s</sub>	cΦB	Pφβ (kW)	Εφβ (kWh)	Συντελεστής απασχόλησης (%)			
Ιανουάριος	31	67,27	70,00	73,00	72,00	73,00	12,20	98,12	0,41	239,31	1,91	3,80	0,0229	22,68	1,010	0,875	0,086	0,43	319,53	8,59	T1	19,6	
Φεβρουάριος	28	82,60	88,00	90,00	87,00	90,00	12,50	133,93	0,45	297,62	1,81	4,00	0,0225	24,67	1,002	0,868	0,116	0,58	390,47	11,62	B	-0,223	
Μάρτιος	31	124,93	131,00	129,00	121,00	131,00	13,80	176,08	0,49	359,34	1,71	4,00	0,0225	27,64	0,988	0,856	0,151	0,75	560,75	15,07	T2	11,5	
Απρίλιος	30	162,00	160,00	152,00	136,00	162,00	16,80	225,00	0,54	416,67	1,61	3,40	0,0237	32,70	0,965	0,836	0,188	0,94	677,46	18,82	Δθ	3	
Μάιος	31	213,90	195,00	177,00	150,00	213,90	20,80	287,50	0,58	495,69	1,48	2,30	0,0262	40,01	0,932	0,808	0,232	1,16	864,02	23,23	PRopt	0,96	
Ιούνιος	30	230,10	199,00	175,00	143,00	230,10	24,40	319,58	0,60	532,64	1,41	3,00	0,0245	42,89	0,920	0,797	0,255	1,27	916,55	25,46	PRnit	0,95	
Ιούλιος	31	248,93	215,00	190,00	156,00	248,93	26,40	334,58	0,59	567,09	1,36	4,00	0,0225	43,73	0,916	0,793	0,265	1,33	987,49	26,55	Ntrans	0,95	
Αύγουστος	31	221,03	207,00	191,00	164,00	221,03	26,30	297,08	0,55	540,15	1,40	4,00	0,0225	43,36	0,917	0,795	0,236	1,18	878,39	23,61			
Σεπτέμβριος	30	174,00	178,00	172,00	157,00	178,00	23,70	247,22	0,51	484,75	1,50	3,40	0,0237	40,87	0,929	0,805	0,199	0,99	716,02	19,89			
Οκτώβριος	31	114,08	130,00	131,00	126,00	131,00	20,30	176,08	0,47	374,63	1,68	3,20	0,0241	35,50	0,953	0,825	0,145	0,73	540,69	14,53			
Νοέμβριος	30	81,60	97,00	101,00	100,00	101,00	17,10	140,28	0,43	326,23	1,77	3,00	0,0245	31,23	0,972	0,842	0,118	0,59	425,26	11,81			
Δεκέμβριος	31	64,48	75,00	79,00	79,00	79,00	13,90	106,18	0,40	265,46	1,87	4,00	0,0225	25,08	1,000	0,866	0,092	0,46	342,11	9,20			
																				Σύνολο	Μέσος		
																				7.618,73	17,37		

Διάγραμμα μεταβολής μηνιαίας ηλιακής ακτινοβολίας ανά κλίση επιφάνειας



## Παράρτημα Β – Τεχνικά χαρακτηριστικά

### Technical specification

Model	Indoor unit		AR12HSSDAWKN/EU
	Outdoor unit		AR12HSSDAWKNEU
Power Source		V/Ø/Hz	230/1/50
Capacity	Cooling	kW	3.5 (0.93 - 4.00)
	Heating		4.0 (0.85 - 6.60)
Input Power	Cool. / Heat.	kW	0.85 / 0.95
EER	Cooling	W/W	9.20
COP	Heating		4.80
Efficiency	Cooling		A+++
	Heating		A++
Running Current	Cool. / Heat.	A	4.8 / 5.0
Moisture Removal		l/h	1.2
Noise	Indoor	dB(A)	16
	Outdoor		46
Dimensions H x W x D Weight	Indoor	mm	260 x 896 x 275
		kg	10
	Outdoor	mm	545 x 790 x 285
		kg	34.5
Piping Connections (small/large)		mm	6.35 / 9.52
Operation Range	Cooling	°C	-10 ~ 46
	Heating		-15 ~ 24
Refrigerant			R410A

[← Back to all products](#)

Model	Indoor unit		AR24HSFNWBK/EU
	Outdoor unit		AR24HSFNWBKEU
Power Source		V/Ø/Hz	230/1/50
Capacity	Cooling	kW	6.8 (2.20 - 8.00)
	Heating		8.0 (1.90 - 10.00)
Input Power	Cool. / Heat.	kW	2.06 / 2.35
EER	Cooling	W/W	7.00
COP	Heating		3.80
Efficiency	Cooling		A++
	Heating		A
Running Current	Cool. / Heat.	A	9 / 11
Moisture Removal		l/h	1.8
Noise	Indoor	dB(A)	25
	Outdoor		51
Dimensions H x W x D Weight	Indoor	mm	294 x 1063 x 317
		kg	14
	Outdoor	mm	793 x 880 x 310
		kg	56.5
Piping Connections (small/large)		mm	6.35 / 15.88
Operation Range	Cooling	°C	-10 ~ 46
	Heating		-15 ~ 24
Refrigerant			R410A

[← Back to all products](#)



www.axitecsolar.com


**AXITEC**  
high quality german solar company

## AXIpremium

60 cell / monocrystalline · PV modules

High performance photovoltaic modules  
Made in Germany

### The advantages:

- 
 Guaranteed positive power tolerance from 0-5 Wp by individual measurement
- 
 Maximum 5400 Pa snow load
- 
 4 mm tempered low-reflection clear glass
- 
 High stability due to AXITEC-Soft-Grip-Seam aluminium frame construction
- 
 High quality cable and connector system to IP68

### Exclusive linear AXITEC high performance guarantee!

- 15 years manufacturer's guarantee on 90% of the nominal performance
- 25 years manufacturer's guarantee on 85% of the nominal performance

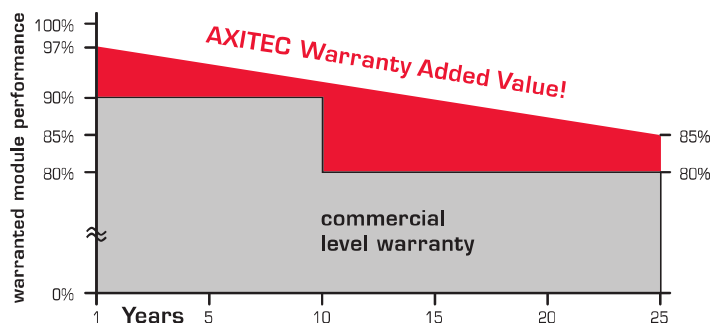


Fig. similar 60M156GB110201G



10 years AXITEC manufacturer guarantee



Managementsysteme TÜV-certified  
DIN ISO 9001:2008, Reg.-No. 12 100 34403



Qualified, IEC 61215  
Periodic Inspection  
IEC 61730 (Schutzklasse II)



Full Member of PV CYCLE



# AXI premium

AC-240M/156-60S  
AC-245M/156-60S  
AC-250M/156-60S

www.axitecsolar.com

# AXITEC

high quality german solar company

Distributed by:



Qualified, IEC 61215  
Periodic Inspection  
IEC 61730 (protection class II)



**Electrical data** (at standard conditions (STC) solarisation 1000 watt/m<sup>2</sup>, spectrum AM 1.5 at a cell temperature of 25° C)

Type	Nominal output P <sub>mp</sub>	Nominal voltage U <sub>mp</sub>	Nominal current I <sub>mp</sub>	Short circuit current I <sub>sc</sub>	Open circuit voltage U <sub>oc</sub>	Module conversion efficiency
AC-240M/156-60S	240 Wp	30,65 V	7,96 A	8,63 A	36,90 V	14,48 %
AC-245M/156-60S	245 Wp	30,72 V	8,06 A	8,67 A	37,08 V	14,78 %
AC-250M/156-60S	250 Wp	30,82 V	8,14 A	8,71 A	37,26 V	15,08 %

### Design

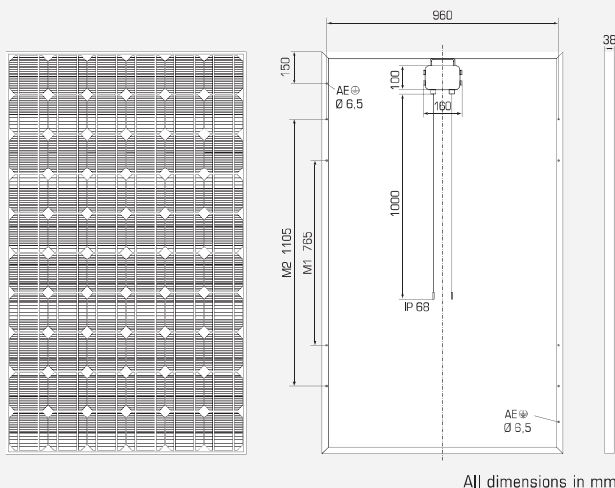
Frontside	4 mm hardened, low-reflection white glass
Cells	60 monocrystalline high-efficiency cells 156 mm x 156 mm (6")
Backside	Composite film
Frame	38 mm silver anodized aluminium frame

### Mechanical data

L x W x H	1663 x 997 x 38 mm
Weight	22,0 kg with frame 19,3 kg without frame

### Power connection

Socket	Protection Class IP 65 (3 bypass diodes)
Wire	approx. 1 m, 4 mm <sup>2</sup> Radox® cable
Plug-in system	Plug/socket by H+S, IP 68 in plugged state, twist-on



All dimensions in mm

### Limit values

System voltage	1000 VDC
NOCT (nominal operating cell temperature)*	45°C +/-2K
Max. load-carrying capacity	5400 N/m <sup>2</sup>
Reverse current feed IR	16,0 A

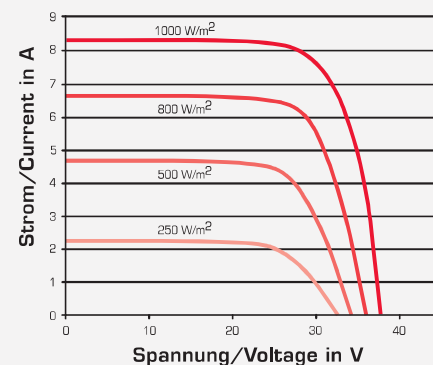
(No external voltages greater than V<sub>o</sub> may be applied to the module)

\* NOCT, irradiance 800W/m<sup>2</sup>; AM 1,5; wind speed 1m/s; Temperature 20°C

### Temperature coefficients

Voltage U <sub>oc</sub>	-0,34 %/K
Current I <sub>sc</sub>	0,04 %/K
Output P <sub>mp</sub>	-0,42 %/K

I-U characteristic curve at 1000-800-500-250 W/m<sup>2</sup>



Example for AC-240M/156-60S

Technical data are subject to change without prior notice, errors excepted.

The measurement tolerances are +/-3%

## LUMILUX T5 HE ES

Σωληνωτοί λαμπτήρες φθορισμού 16 mm, υψηλής απόδοσης, εξοικονόμησης ενέργειας



### Περιοχές εφαρμογής

- Δημόσια κτίρια
- Γραφεία
- Καταστήματα
- Σούπερ μάρκετ και πολυκαταστήματα
- Βιομηχανία

### Πλεονεκτήματα προϊόντος

- Εξοικονόμηση ενέργειας έως και 10%, συγκριτικά με τους βασικούς λαμπτήρες T5 HE LUMILUX
- Εξαιρετικά οικονομικό και αποδοτικό
- Χρόνος απόσβεσης λιγότερο από 1 έτος
- Υψηλή φωτεινή απόδοση

### Χαρακτηριστικά προϊόντος

- Φωτεινή απόδοση: έως και 114 lm/W
- Πολύ καλή διατήρηση φωτεινής ροής: 90% καθ 'όλη τη διάρκεια λειτουργίας του λαμπτήρα
- Μεγάλη μέση διάρκεια ζωής: έως και 24.000 ώρες (με Quicktronic ECG)
- Καλή ομάδα χρωματικής απόδοσης: 1B (R: 80...89)
- Δυνατότητα ρύθμισης της φωτεινότητας





## Φύλλο δεδομένων οικογένειας προϊόντος

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

Περιγραφή προϊόντος	Ηλεκτρικά στοιχεία	Φωτομετρικά δεδομένα					Διαστάσεις και βάρος		Θερμοκρασίες	Διάρκεια ζωής
		Όνομαστική κατανάλωση	Δείκτης χρωματικής απόδοσης Ra	Φωτεινή ροή στους 25 °C	Φωτεινή ροή στους 25 °C	Θερμοκρασία χρώματος	Χρώμα φωτός σύμφωνα με EN 12464-1	Διάμετρος σωλήνα		
HE ES 13 W/830 <sup>1)</sup>	13.0 W	80...89	1150 lm	1350 lm	3000 K	LUMILUX Warm White	16 mm	549.00 mm	35.0 °C	19000 h <sup>2)</sup>
HE ES 13 W/840 <sup>1)</sup>	13.0 W	80...89	1150 lm	1350 lm	4000 K	LUMILUX Cool White	16 mm	549.00 mm	35.0 °C	19000 h <sup>2)</sup>
HE ES 13 W/865 <sup>1)</sup>	13.0 W	80...89	1050 lm	1300 lm	6500 K	LUMILUX Cool Daylight	16 mm	549.00 mm	35.0 °C	19000 h <sup>2)</sup>
HE ES 19 W/830 <sup>1)</sup>	19.0 W	80...89	1800 lm	2100 lm	3000 K	LUMILUX Warm White	16 mm	849.00 mm	35.0 °C	19000 h <sup>2)</sup>
HE ES 19 W/840 <sup>1)</sup>	19.0 W	80...89	1800 lm	2100 lm	4000 K	LUMILUX Cool White	16 mm	849.00 mm	35.0 °C	19000 h <sup>2)</sup>
HE ES 19 W/865 <sup>1)</sup>	19.0 W	80...89	1750 lm	2000 lm	6500 K	LUMILUX Cool Daylight	16 mm	849.00 mm	35.0 °C	19000 h <sup>2)</sup>
HE ES 25 W/827 <sup>1)</sup>	25.0 W	≥80	2450 lm	2900 lm	2700 K	LUMILUX INTERNA	16 mm	1149.00 mm	35.0 °C	19000 h <sup>2)</sup>
HE ES 25 W/830 <sup>1)</sup>	25.0 W	≥80	2450 lm	2900 lm	3000 K	LUMILUX Warm White	16 mm	1149.00 mm	35.0 °C	19000 h <sup>2)</sup>
HE ES 25 W/840 <sup>1)</sup>	25.0 W	≥80	2450 lm	2900 lm	4000 K	LUMILUX Cool White	16 mm	1149.00 mm	35.0 °C	19000 h <sup>2)</sup>
HE ES 25 W/865 <sup>1)</sup>	25.0 W	≥80	2260 lm	2750 lm	6500 K	LUMILUX Cool Daylight	16 mm	1149.00 mm	35.0 °C	19000 h <sup>2)</sup>
HE ES 32 W/827 <sup>1)</sup>	32.0 W	≥80	3100 lm	3650 lm	2700 K	LUMILUX INTERNA	16 mm	1449.00 mm	35.0 °C	19000 h <sup>2)</sup>
HE ES 32 W/830 <sup>1)</sup>	32.0 W	≥80	3100 lm	3650 lm	3000 K	LUMILUX Warm White	16 mm	1449.00 mm	35.0 °C	19000 h <sup>2)</sup>

## Φύλλο δεδομένων οικογένειας προϊόντος

Περιγραφή προϊόντος	Ηλεκτρικά στοιχεία	Φωτομετρικά δεδομένα					Διαστάσεις και βάρος		Θερμοκρασίες	Διάρκεια ζωής
	Ονομαστική κατανάλωση	Δείκτης χρωματικής απόδοσης Ra	Φωτεινή ροή στους 25 °C	Φωτεινή ροή στους 25 °C	Θερμοκρασία χρώματος	Χρώμα φωτός σύμφωνα με EN 12464-1	Διάμετρος σωλήνα	Μήκος με βάση, εξαιρουμένης σύνδεσης	Θερμ/σία περιβάλλοντος με μέγ.φωτεινή ροή	Διάρκεια ζωής
HE ES 32 W/840 <sup>1)</sup>	32.0 W	≥80	3100 lm	3650 lm	4000 K	LUMILUX Cool White	16 mm	1449.00 mm	35.0 °C	19000 h <sup>2)</sup>
HE ES 32 W/865 <sup>1)</sup>	32.0 W	≥80	2870 lm	3500 lm	6500 K	LUMILUX Cool Daylight	16 mm	1449.00 mm	35.0 °C	19000 h <sup>2)</sup>

Περιγραφή προϊόντος	Διάρκεια ζωής	Πρόσθετα στοιχεία προϊόντος		Δυνατότητες		Πιστοποιητικά και τυποποιήσεις	
		Βάση (τυπικός προδιορισμός)	Κατάλληλη απόρριψη σύμφωνα με την οδηγία	<b>Dimmable</b>	Κατάλληλο για εσωτερικούς χώρους	Κατανάλωση ενέργειας	Τάξη ενεργειακής απόδοσης
HE ES 13 W/830 <sup>1)</sup>	24000 h <sup>2)</sup>	G5	Ναι	Ναι	Ναι	14 kWh/1000h	A+
HE ES 13 W/840 <sup>1)</sup>	24000 h <sup>2)</sup>	G5	Ναι	Ναι	Ναι	14 kWh/1000h	A+
HE ES 13 W/865 <sup>1)</sup>	24000 h <sup>2)</sup>	G5	Ναι	Ναι	Ναι	14 kWh/1000h	A+
HE ES 19 W/830 <sup>1)</sup>	24000 h <sup>2)</sup>	G5	Ναι	Ναι	Ναι	21 kWh/1000h	A+
HE ES 19 W/840 <sup>1)</sup>	24000 h <sup>2)</sup>	G5	Ναι	Ναι	Ναι	21 kWh/1000h	A+
HE ES 19 W/865 <sup>1)</sup>	24000 h <sup>2)</sup>	G5	Ναι	Ναι	Ναι	21 kWh/1000h	A+
HE ES 25 W/827 <sup>1)</sup>	24000 h <sup>2)</sup>	G5	Ναι	Ναι	Ναι	28 kWh/1000h	A+
HE ES 25 W/830 <sup>1)</sup>	24000 h <sup>2)</sup>	G5	Ναι	Ναι	Ναι	28 kWh/1000h	A+
HE ES 25 W/840 <sup>1)</sup>	24000 h <sup>2)</sup>	G5	Ναι	Ναι	Ναι	28 kWh/1000h	A+
HE ES 25 W/865 <sup>1)</sup>	24000 h <sup>2)</sup>	G5	Ναι	Ναι	Ναι	28 kWh/1000h	A+
HE ES 32 W/827 <sup>1)</sup>	24000 h <sup>2)</sup>	G5	Ναι	Ναι	Ναι	35 kWh/1000h	A+



Η Legrand διαθέτει μία πλούσια γκάμα ανιχνευτών για να καλύπτει όλες τις σύγχρονες απαιτήσεις: έλεγχος κάθε είδους φορτίου ( leds, οικονομικοί λαμπτήρες, μοτέρ...), τοποθέτηση σε εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους (με δείκτη στεγανότητας από IP20 έως IP55) και σε διαφορετικά σημεία (οροφή, τοίχος, σε θέση διακόπτη). Η επιλογή του κατάλληλου ανιχνευτή γίνεται με βάση τους παρακάτω παράγοντες:

### Τεχνολογίες ανίχνευσης

Αφορούν στον τρόπο λειτουργίας των ανιχνευτών



#### Τεχνολογία υπεράυθρων - IR

Είδος κάλυψης: οπτική επαφή

Κατάλληλη για κλειστούς χώρους χωρίς εμπόδια και μεγάλη κινητικότητα των ατόμων, όπως: ατομικά γραφεία, ως αντικατάσταση σε συμβατικό διακόπτη τοίχου, περιοχές με υψηλή ροή αέρα A/C, αποθήκες, διάδρομοι, χώροι μεγάλου ύψους, χώροι με περιορισμένη εμβέλεια



#### Διπλή τεχνολογία IR/US

Κατάλληλη για περιπτώσεις με μικρή κινητικότητα (αυξημένη ευαισθησία στην κίνηση), όπως:

αίθουσες διδασκαλίας, computer rooms, μεγάλες αίθουσες συνεδριάσεων, τραπεζαρίες, χώροι μεγάλου ύψους, ανοικτοί χώροι γραφείων με καθορισμένους διαδρόμους, περιοχές που απαιτούν ανίχνευση και της πιο ελάχιστης κίνησης (π.χ. δάχτυλα στο πληκτρολόγιο υπολογιστή), χώροι με χαμηλή κινητικότητα από άτομα

### Είδη λειτουργιών

Αφορούν στον τρόπο ελέγχου του φωτισμού λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες των χρηστών του χώρου



#### Λειτουργία αυτόματη - On/Off

Ο φωτισμός ανάβει αυτόματα όταν ανιχνευτεί κίνηση στο χώρο και σβήνει αυτόματα μετά το προκαθορισμένο χρονικό διάστημα

**Εξοικονόμηση ενέργειας έως 40%**



#### Λειτουργία ημιαυτόματη - Χειροκίνητο On / αυτόματο Off (σύνδεση με μπουτόν)

Ο φωτισμός ανάβει με το πάτημα του μπουτόν και σβήνει αυτόματα όταν ο χώρος μείνει κενός, μετά το προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Οι ανιχνευτές παραδίδονται στην αυτόματη λειτουργία, η ημιαυτόματη ενεργοποιείται με τα χειριστήρια ταυτοποίησης αρ. καταλ. 0 882 30 και 0 882 35.

**Εξοικονόμηση ενέργειας έως 55%**

### Επίπεδο φωτεινότητας του χώρου

Αφορά στον τρόπο ενεργοποίησης του φωτισμού λαμβάνοντας υπόψη το φυσικό φωτισμό του χώρου



#### Χώροι χωρίς φυσικό φωτισμό

Αυτόματο άναμμα και σβήσιμο του φωτισμού.

Η μέτρηση του ορίου φωτεινότητας γίνεται μία φορά κατά την αρχική ρύθμιση.



#### Χώροι με φυσικό φωτισμό

Αυτόματο άναμμα και σβήσιμο του φωτισμού. Συνεχής μέτρηση του επιπέδου φωτισμού και σβήσιμο όταν ο φυσικός φωτισμός είναι πάνω από το όριο φωτεινότητας. Δυνατότητα συνδυασμού με μπουτόν για χειροκίνητο άναμμα, αυτόματο ή χειροκίνητο σβήσιμο.

### Τρόποι τοποθέτησης



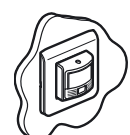
#### Σε οροφή

Οι ανιχνευτές για ψευδοροφή διαθέτουν νύχια για απευθείας στήριξη - εναλλακτικά μπορούν να τοποθετηθούν σε κουτιά batibox βάθους 50 mm. Επίσης μπορούν να τοποθετηθούν και εξωτερικά με το κουτί αρ. καταλ. 0 488 75.



#### Σε τοίχο

Οι επίτοιχοι ανιχνευτές διαθέτουν βάση στήριξης για την τοποθέτησή τους στον τοίχο. Μπορούν να τοποθετηθούν σε γωνία με το εξάρτημα αρ. καταλ. 0 489 71.



#### Σε θέση διακόπτη

Οι ανιχνευτές που ανήκουν σε σειρά **διακοπτικού υλικού** (χωνευτή τοποθέτηση) τοποθετούνται σε κουτιά batibox ελάχιστου βάθους 40 mm.

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΑΝΙΧΝΕΥΤΩΝ | ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ & ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ****ΧΩΡΟΙ ΧΩΡΙΣ ΦΥΣΙΚΟ ΦΩΤΙΣΜΟ****ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ**

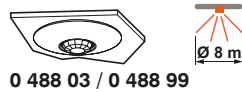
σε οροφή

σε τοίχο

επίτοιχα

χωνευτά<sup>(3)</sup>**ΧΩΡΟΙ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ**

Διάδρομος, κλιμακοστάσιο, αποθήκη, τουαλέτες, τεχνικοί χώροι,...



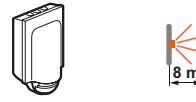
0 488 03 / 0 488 99



0 489 11 / 0 488 94

0 784 54 / 0 792 58  
0 784 55 / 0 792 59<sup>(2)</sup> - 2 καλώδια**IP 55 ΧΩΡΟΙ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ ΜΕ ΥΓΡΑΣΙΑ**

Εξωτερικό parking, εργαστήριο, κάβα...

0 697 40/80 (τοποθέτηση σε οροφή)  
0 488 980 489 31 κεφαλή σταθερή  
0 488 950 697 40/80 κεφαλή ρυθμιζόμενη  
0 488 980 695 00<sup>(2)</sup> - 2 καλώδια**ΧΩΡΟΙ ΜΕ ΦΥΣΙΚΟ ΦΩΤΙΣΜΟ****ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ**

σε οροφή

σε τοίχο

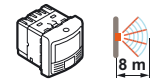
επίτοιχα

χωνευτά<sup>(3)</sup>**ΧΩΡΟΙ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Ατομικό γραφείο, αίθουσα διδασκαλίας ή συσκέψεων, open space γραφεία...



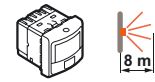
0 488 06

0 489 16<sup>(1)</sup>0 784 52  
0 792 52**ΧΩΡΟΙ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ**

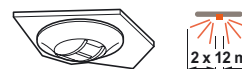
Υποδοχή, κλιμακοστάσιο...



0 488 07

0 489 17<sup>(1)</sup>0 784 53<sup>(2)</sup> - 2 καλώδια  
0 792 53<sup>(2)</sup> - 2 καλώδια

Διάδρομος μεγάλου μήκους



0 488 17

0 489 17<sup>(1)</sup>

Χώρος μεγάλου ύψους (γυμναστήριο, αποθήκη...)

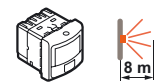


0 489 32 (εξωτερικά)

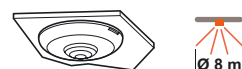


0 489 33

Τουαλέτες, αποδυτήρια, μικροί χώροι...

0 488 04<sup>(1)</sup>0 489 16<sup>(1)</sup>0 784 53<sup>(2)</sup> - 2 καλώδια  
0 792 53<sup>(2)</sup> - 2 καλώδια**IP 55 ΧΩΡΟΙ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ ΜΕ ΥΓΡΑΣΙΑ**

Εξωτερικό parking, κάβα, δοκιμαστήριο, εργαστήριο...



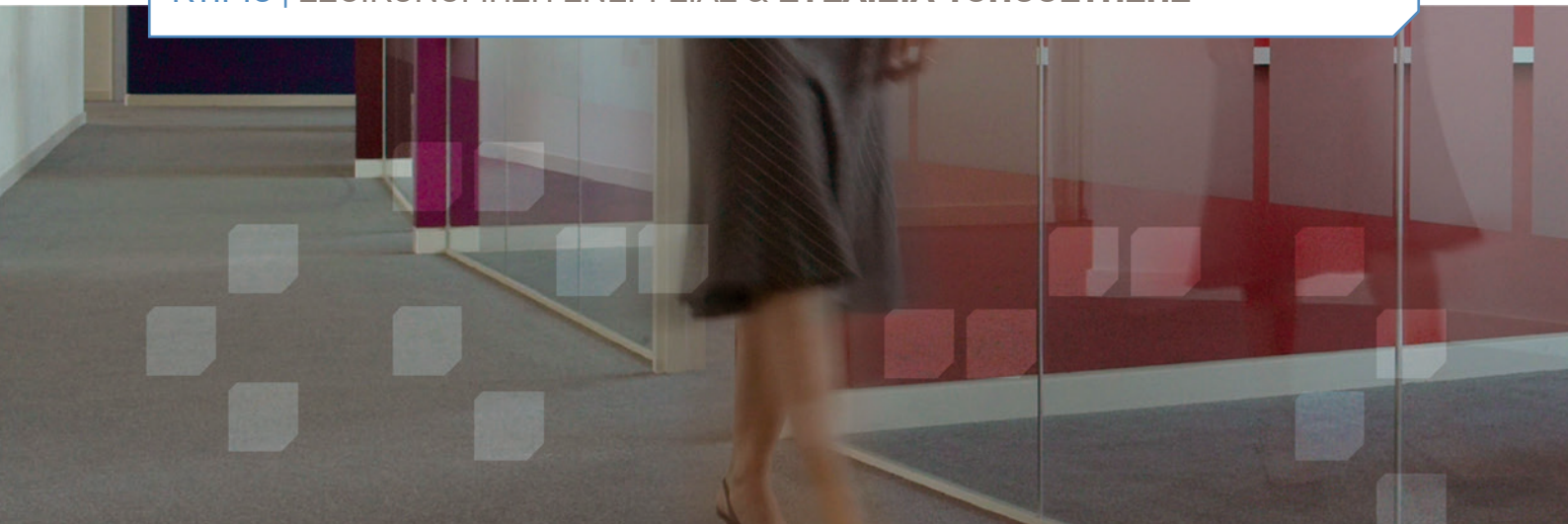
0 489 32 (εξωτερικά)



0 489 33 κεφαλή ρυθμιζόμενη

0 489 33  
κεφαλή ρυθμιζόμενη

1 : 1 έξοδος φωτισμός + 1 έξοδος εξαερισμός - 2 : Τοποθετούνται στη θέση απλού διακόπτη - 3 : Οι ανιχνευτές σε μορφή διακόπτη για την κατοικία παρουσιάζονται στη σελ. 4



## Τοποθέτηση σε οροφή



Ανίχνευση IR 360°  
Εμβέλεια Ø 8 m  
Απόσταση ανάμεσα σε 2 ανιχνευτές: 6 m  
Ρύθμιση χρόνου 5 sec-30 min  
Η ρύθμιση γίνεται πάνω στο προϊόν  
Ιδανικός για διάδρομο, κλιμακοστάσιο, αποθήκη κλπ.  
**0 488 03 - 45,92 €**  
**0 488 99 - 49,85 €** (σε ειδική συσκευασία blister)



Ανίχνευση IR 360°  
Εμβέλεια Ø 8 m  
Απόσταση ανάμεσα σε 2 ανιχνευτές: 6 m  
Με βοηθητική επαφή 2A για έλεγχο θέρμανσης εξαερισμού, κλιματισμού  
Ιδανικός για τουαλέτες, αποδυτήρια, μικρούς χώρους κλπ.  
**0 488 04 - 80,38 €**



Ανίχνευση IR/US 360°  
Εμβέλεια Ø 8 m  
Απόσταση ανάμεσα σε 2 ανιχνευτές: 6 m  
Ιδανικός για αίθουσες συσκέψεων, αίθουσες διδασκαλίας, open space γραφεία  
**0 488 06 - 82,44 €**



Ανίχνευση IR 360°  
Εμβέλεια Ø 8 m  
Απόσταση ανάμεσα σε 2 ανιχνευτές: 6 m  
Ιδανικός για υποδοχή, κλιμακοστάσιο  
**0 488 07 - 64,70 €**









Ανίχνευση IR 360°  
Εμβέλεια πλευρική 2 m x 12 m  
Απόσταση ανάμεσα σε 2 ανιχνευτές: 20 m  
Ιδανικός για διαδρόμους μεγάλου μήκους  
**0 488 17 - 80,64 €**



Ανίχνευση IR 360°  
Εμβέλεια Ø 25 m για τοποθέτηση σε ύψος 10 m, Ø 8 m για τοποθέτηση σε ύψος 2,5 m  
Απόσταση ανάμεσα σε 2 ανιχνευτές: 20 m  
Ιδανικός για χώρους με μεγάλο ύψος  
**0 489 32 - 78,34 €**

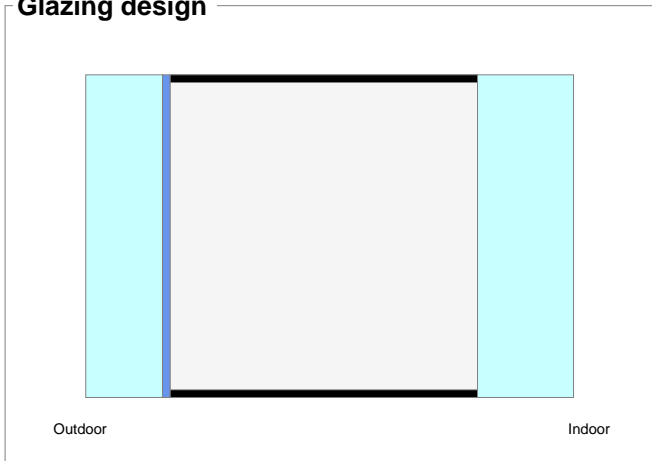


ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΟΡΤΙΩΝ						
Αρ. καταλ.	 Ιωδίνη Πυράκτωση	 Ιωδίνη ΠΧΤ με ηλεκτρονικό ή επαγωγικό μετασχηματιστή	 Φθορισμός	 Οικονομικοί λαμπτήρες φθορισμού	 LED	 Μοτέρ
0 488 03 / 0 488 99	2000 W	1000 VA	10 x (2 x 36 W)	250 W	250 W	-
0 488 04	2000 W	1000 VA	10 x (2 x 36 W)	250 W	250 W	2 A
0 488 06	2000 W	1000 VA	10 x (2 x 36 W)	250 W	250 W	-
0 488 07	2000 W	1000 VA	10 x (2 x 36 W)	250 W	250 W	-
0 488 17	2000 W	1000 VA	10 x (2 x 36 W)	250 W	250 W	-
0 489 11 / 0 488 94	2000 W	1000 VA	10 x (2 x 36 W)	250 W	250 W	-
0 489 16	2000 W	1000 VA	10 x (2 x 36 W)	250 W	250 W	2 A
0 489 17	2000 W	1000 VA	10 x (2 x 36 W)	250 W	250 W	2 A
0 489 31 / 0 488 95	2000 W	1000 VA	10 x (2 x 36 W)	250 W	250 W	-
0 489 32	2000 W	1000 VA	10 x (2 x 36 W)	250 W	250 W	-
0 489 33	2000 W	1000 VA	10 x (2 x 36 W)	250 W	250 W	-
0 670 91	40-400 W	40-400 VA	-	-	-	-
0 670 92	1000 W	500 VA	500 VA	500 VA	500 W	-
0 670 94	2000 W	1000 VA	10 x (2 x 36 W)	250 W	250 W	-
0 670 96	40-400 W	40-400 VA	-	-	-	-
0 670 99	2000 W	1000 VA	10 x (2 x 36 W)	250 W	250 W	-
0 695 00	60-300 W	-	-	-	-	-
0 697 40 / 0 697 80 / 0 488 98	2000 W	1000 VA	10 x (2 x 36 W)	250 W	250 W	-
0 784 52 / 0 792 52	2000 W	1000 VA	10 x (2 x 36 W)	250 W	250 W	-
0 784 53 / 0 792 53	40-400 W	40-400 VA	-	-	20-150 W <sup>(1)</sup>	-
0 784 54 / 0 792 58	2000 W	1000 VA	10 x (2 x 36 W)	250 W	250 W	-
0 784 55 / 0 792 59	40-400 W	40-400 VA	-	-	20-150 W <sup>(1)</sup>	-
6 651 18	40-400 W	40-400 VA	-	-	-	-
7 700 89 / 7 741 89 / 7 702 89	1000 W	500 VA	500 VA	500 VA	500 VA	-
7 702 28 / 7 741 28 / 7 742 28	60-300 W	-	-	-	-	-
7 756 21	1000 W	1000 VA	2x36W	-	160 VA	-
7 756 56	40-400 W	40-400 VA	-	-	-	-

(1) Λειτουργία με LED dimmable



### Glazing design



	First glazing	Second glazing
Gas		Argon 90% 16mm
Coating		
First glass	PLANILUX 4mm	PLANILUX 5mm
Coating	PLANISTAR LITE	
Layer		
Coating		
Second glass		
Coating		

### Manufacturing sizes

Nominal thickness : **25.0 mm**  
Weight : **22.5 kg/m<sup>2</sup>**

### Luminous factors

Transmittance : **65 %**  
Outdoor reflectance : **26 %**  
Indoor reflectance : **24 %**

### Energy factors

Transmittance : **39 %**  
Outdoor reflectance : **42 %**  
Indoor reflectance : **38 %**  
Absorptance A1 : **16 %**  
Absorptance A2 : **3 %**

Solar factor g : **0.42**  
Shading coefficient : **0.49**

### Thermal transmission - 0° related to vertical position

U<sub>g</sub> : **1.0 W/(m<sup>2</sup>/K)**



KLADIS DIMITRIS  
PRACTIKAL  
METALLURGICAL ENGINEER  
PRASINOU LOFOU 116 N.IRAKLEIO  
14121 ATHENS GREECE

Phone :  
Mobile :  
Fax :  
info@praktikal.gr

2102846346  
6944376313  
2102846346

CALUMEN® II is a simulation software to calculate key performance of glass such as light transmission, solar factor or thermal insulation coefficient. Computed values are indicative and subject to change. They can not be used to guarantee performance of the products. These values are calculated according to EN410-2011 and EN673-2011 standards. Tolerances are defined according to EN 1096-4 standard. Nevertheless, user must check the feasibility of the associated products, in particular in terms of thickness and colour. Furthermore, it is his responsibility to check that the resulting combination of glazing meets regulatory requirements at national, local or regional level.

Calculation rules and functional output of Calumen II have been validated by TÜV Rheinland Quality Report 10190R-10.26687

